# 中華農業研究

第三十三卷　　第二期

## 目　次


水稻粒型對稻米市場品質之影響……………… 曾東海　鄧耀宗… 95

水稻葉面積指數與產量之關係……………… 蔡金川… 109

大豆植株乾物質之累積與分布……………王強生　曹文隆　劉大江… 117

百香果的花葯培養……………蔡新聲　許家言　楊翠蘋　楊昭容… 126

日夜溫度變化和高溫對蘿蔔離春化之影響（英文）……………… 沈再發… 132

殘株敷蓋方式對土壤性質及鳳梨生育影響之研究（I）……………… 鄭慶生… 141

二氧化硫爲害臺灣重要作物徵狀診斷研究……………林茂盛　陳美華　張瑞明… 153

瓊麻濃縮葉蛋白之抽取試驗……………… 林禮輝… 159

臺灣中部地區稻熱病流行學之研究……………簡錦忠　蔡武雄　楊涌祚　劉　清… 169

三紋螟蛾（*Hedylepta indicata*）之生物特性及

　其天敵……………錢景泰　周樑鎰　邱瑞珍… 181

臺灣姬蜂科模式標本名錄（英文）……………Henry Townes… 190

利用家用電腦控制儀器分析之軟體設計

　I·紫外一可見光掃描式分光光度計……………劉慧瑛　李蘭帝… 206


中華民國七十三年六月

臺灣省農業試驗所出版

中華民國 臺灣省 臺中縣 霧峯鄉

# 中 華 農 業 研 究

第三十三卷　　第 二 期

中華民國七十三年六月出版

發行人：萬　雄

總編輯：廖慶樑

編輯委員：李　良　沈再發　邱瑞珍　林益昇
林家棻　林學正　連　深　陳敏祥
黃眞生　蔡新聲　鄭　允　劉　清
劉大江　顏欽崇

出版者：臺灣省農業試驗所

臺中縣霧峰鄉萬豐村中正路189號

印刷者：臺灣省政府印刷廠

臺中縣大里鄉中興路一段288號

# JOURNAL OF

# AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

**PUBLISHER :**

Director, Hsiung Wan



**EDITOR IN CHIEF :**

Ching-liang Liaw

**EDITORS :**

M. S. Chen (Cytology)

E. Y. Cheng (Entomology)

S. C. Chiu (Biological Control)

C. S. Huang (Crop Breeding)

L. Li (Crop Breeding)

S. Lian (Plant Nutrition)

C. F. Lin (Soils)

S. C. Lin (Horticulture)

Y. S. Lin (Plant Pathology)

C. Liu (Statistics)

D. J. Liu (Crop Physiology)

T. F. Shen (Vegetable Crop)

H. S. Tsai (Tissue Culture)

C. C. Yen (Agricultural Machinery)

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）33(2)：95～108（1984）

# 水稻粒型對稻米市場品質之影響[1]

曾東海　　鄧耀宗[2]

**摘要**：本試驗是以本省各地區之主要水稻栽培品種及新育成和引進品種（系），共172個樣品爲材料，分別以普通風選，Burrow's 風選機風選及鹽水選（sp. gr. 1.06）處理後，測量稻穀、糙米及白米之粒長、粒幅、粒厚及容積重，並計算其糙米率、白米率及完整米率，調查白米外貌品質（心白、腹白等），分析粒型對稻米市場品質之影響，並探討期作及地區與稻米品質之關係等問題，以供修訂稻米國家標準及水稻育種之參考，試驗結果摘述如下：

稻穀之粒型與糙米粒型、白米粒型之關係極密切。粒長與千粒重、粒幅與粒厚、粒幅與容積重、粒厚與容積重、糙米率與白米率、白米率與完整米率、粒幅與糙米率、粒厚與糙米率、容積重與糙米率成顯著正相關。粒幅與千粒重、粒厚與千粒重、粒幅與白米率、粒厚與白米率、容積重與白米率、糙米率與完整米率呈正相關。粒長與白米率、千粒重與容積重趨向於負相關。粒長與粒幅、粒長與粒厚、粒長與容積重、粒長與糙米率呈顯著之負相關。完整米率與穀粒特性、粒型與白米外貌品質間無顯著的相關關係。由這些相關性顯示較短、較寬厚的穀粒有較大的容積重及較高的糙米率，長粒型水稻之容積重的合格標準應較短粒型者爲低。糙米率高的品種，其白米率及完整米率也較高。

容積重及碾米率受栽培地點及期作之影響，稻穀選別程度亦影響容積重及碾米率，惟稻穀精選到某一程度以後，再進一步精選之效果變成不顯著。粳稻之稻穀容積重比糯稻重，但糙米容積重、白米容積重及碾米率不受胚乳性質影響。

由於品種改良及栽培技術的改進，水稻的單位面積產量逐年提高，例如本省每公頃平均糙米產量在1960年爲2,495公斤，1970年爲3,173公斤，1980年爲3,692公斤(8)。同時由於生活水準提高，個人對稻米的消費量逐年下降，以國內市場爲例，每人每年稻米消費量由1960年之137.74公斤，降爲1970年之134.45公斤，至1980年更降爲106.49公斤(6)。因此儘管人口不斷增加，稻米仍發生過剩現象。國外市場的變化亦相類似，許多原爲稻米生產不足的國家或地區，也都逐漸提高稻米產量而達到自給自足，甚而有餘糧出售，使國際稻米價格大幅下跌。國內倉容因稻米外銷不振而有不足之現象。爲解決這些問題，除應積極輔導稻田轉作之外，宜改變研究試驗政策，由過去之重量政策更改爲重質政策。

稻米品質可分稻米市場品質（market quality）與食用及烹調品質（cooking and eating quality）二類。市場品質包含碾米率（糙米率、白米率、完整米率）及白米外貌（粒型、透明度、心白、腹白、背白）等；影響烹調及食用品質之因素包含膠化溫度，顆粒性澱粉、蛋白質，膠體軟硬度等(1)。稻米品質受許多因素影響，包括品種特性，栽培環境及氣候因素等，宜由各方面加以探討研究。

---

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第1151號。本試驗承農發會補助，各區改良場提供試驗材料。本所劉研究員清進行統計分析，謹此致謝。

2.本所農藝系助理研究員、前副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

本省地處亞熱帶，稻作栽培品種包括秈、稉兩類型，市場上亦以該兩類型做爲品質區分之主要依據。惟爲改良稻作品種，近年來稻作育種學家正設法融合秈、稉稻之優點於一體，將來育成之新品種可能無法依現行國家標準分類分級，所以稻米品質之國家標準急待修正。本試驗以各主要稻作產區之栽培品種，及新育成之品系共 172個樣品爲材料，以研究（一）粒型對容積重及碾米率之影響。(二)地區、期作對容積重之影響，（三）粒型對白米品質之影響等爲目的，供稻作品質改良及修訂稻米國家標準之參考。

各國之稻米品質，多參酌該國的實際狀況，分別訂定稻米等級及其合格標準。在日本稻米分稉性水稻，稉性陸稻、糯性水稻、糯性陸稻四類，各類稻米按容積重，整粒率、形質、水份含量、被害粒、着色粒、異物等之高低，分別訂定各等級之合格標準。稻穀只分種子用及食用二種，糙米則分食用4等級及釀造用3等級（中央標準局提供未發表資料）。美國則按粒型分爲長粒型、中粒型、短粒型及混合型四類，每類按異種子、被害粒、紅米、白堊質米、混雜率等含量而分級，稻穀分七等級，糙米分六等級，白米分六等級[11]。菲律賓亦依粒長分成長粒型、中粒型、短粒型三類，再按純度、雜質、其他種子、白堊質米、未熟粒、被害粒、異種種子及水份含量等，分四等級[10]。

我國國家標準（CNS)[7]。亦訂有稻穀、糙米、白米之合格標準，所有稻穀適用同一標準，糙米則分短粒型（蓬萊及圓糯）及中長粒型（在來及長糯）二類，而白米則分非糯稉米、非糯秈米二類。在分級方面，稻穀（CNS 2423）依容積重分一等55.4公斤／公石（554g/l）二等53.2公斤／公石（532g/l）二等級，糙米（CNS 2424）依容積重、水份含量、整粒率、夾雜物、稻穀、石、屑米、有色粒、碎粒、異型種等含量分爲四等，同一等級除容積重依粒型分別訂其標準外，其他項目均一樣。白米（CNS 2425）依碾白度、水份含量、夾雜物、稻穀、石、小碎粒、被害粒、白堊質粒、大碎粒、異型粒等含量不同，分爲三等，同一等級之二類白米之合格標準除大碎粒之最高百分率不同外，其他項目均一致。目前國內市場除稻穀容積重外，並未依國家標準分等級。

本省一向以栽培短圓粒型之秈、稉稻爲主，直到民國六十三年一期作在中南部推廣嘉農秈6號等長粒型秈稻品種以後，才有長粒型秈稻品種之栽培。由於該等品種具有半矮性、多分蘖、不倒伏、抗病、抗蟲、豐產等優良特性，增產潛力甚高，故頗受農民歡迎。據農林廳統計，長粒型秈稻在民國六十六年之栽培面積占該年秈稻總面積之35%，而民國七十年則占58.74%[8]。長秈稻雖有上述許多優良特性，但其容積重較輕，不易達到每公石53.2公斤之國家標準，且糙米率較低，復因加工設備不能配合等因素，引起部分農會拒收長粒型秈稻，致農民與農會間常發生糾葛，糧商因而殺價收購長秈稻，農民的收益減少，農民失去栽培該品種之興趣。

宋[1]、黃[4]、楊[5]等學者的報告指出，稻穀粒長與容積重有負相關的關係，依據胡等[3]之試驗結果，長粒型秈稻雖經二次以上之風選後，其容積重都未能達到每公石53.2公斤之公糧檢驗合格標準；黃[4]更指出長粒型水稻因稻穀粒長而增加空隙量，導致單位容積重之降低，所以長粒型水稻不易達到每公石53.2公斤之合格標準，並非因稻穀不飽滿，而是由於穀粒特性所造成。

在美國、菲律賓等國家，多依粒長將稻米分類[9,10,11]，各國的分類基準並不一致，主要使用之分類基準如表1，其中以糙米粒長爲依據的有美國農部、國際稻米研究所等，以白米粒長做依據的有本省[1]，世界糧農組織等，而菲律賓則同時採用兩種分類基準。宋[1]將本省之白米依粒長分爲超長（VL）、長（L）、中長（ML）、中等（M）、中短（MS）、短（S）等六類，而國外之分類，FAO 及 IRRI 分爲超長（VL）、長（L）、中等（M）、短（S）等四類，美國及菲律賓則分爲長（L）、中等（M）、短（S）等三類[9,10]。

**Table 1.** The grading scales for rice grain size.

| Class | Taiwan (laboratory) scale (m.m.) for milled rice | USDA worker's scale (m.m.) for brown rice | IRTP-IRRI scale (m.m.) for brown rice | NFA of Philippines scale (m.m) for | | FAO scale (m.m.) for milled rice |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | brown rice | milled rice | |
| V. L. | over 7.50 | — | over 7.50 | — | — | over 7.50 |
| L. | 7.06-7.50 | 6.60-7.50 | 6.61-7.50 | over 6.50 | 6.00and over | 6.00-6.99 |
| M. L. | 6.61-7.06 | — | — | — | — | — |
| M. | 6.10-6.61 | 5.50-6.60 | 5.51-6.60 | 5.50-6.50 | 5.00-5.99 | 5.00-5.99 |
| M. S. | 5.51-6.10 | — | — | — | — | — |
| S. | below 5.51 | below 5.50 | below 5.51 | below 5.50 | below 5.00 | below 5.00 |

V. L. : Very long L : Long M. L. : Medium long M : Medium M. S. : Medium short S : Short.

## 材料與方法

**一、試驗材料：**

供試材料包含粳稻、秈稻及糯稻共172個樣品，因來源不同分為A、B兩組。

A組：推廣品種由各區農業改良場提供，其中一期作有臺農67號、臺北 309號、新竹56號、臺南5號、臺南6號、高雄選1號、臺南秈15號、高雄秈7號、新竹糯4號等10品種，共17個樣品，二期作有臺農67號、臺北 309號、新竹56號、臺南5號、高雄選1號、臺東29號、新竹矮脚尖、臺中秈3號、臺中秈10號、高雄秈7號、菊仔、臺中糯46號等12品種，共23個樣品。一、二期作合計40個樣品。

B組：新育成品系包括（1）本所新育成，參加高級產量試驗之21品系及臺農67號、臺中秈3號、臺中秈10號等對照品種，共有24個樣品；（2）本所自國際稻米研究所引進之 108個品種（系）；總共有132個樣品。

**二、試驗方法：**

（一）粒型對容積重及碾米率之影響：

A組材料分別以（1）普通風選。（2）Burrow's風選機風選。（3）鹽水選（sp. gr. 1.06）等三種不同處理；而B組材料只經普通風選處理，處理後再以容積重測定器（日本木屋製作所製造）測量稻穀容積重。各處理之樣品以脫殼機（Satake testing husker）脫殼，測量糙米容積重，再以小型精米機（McGill miller）精米，並測量白米容積重。稻穀、糙米及白米均以粒型測定器（grain shape tester）測量其粒長、粒幅及粒厚度。最後根據資料計算糙米率、白米率及完整米率（head rice %）。

（二）地區、期作對容重量之影響：

由不同地點、不同期作收集到的同一品種的樣品，以前項方法獲得的資料分析地區，期作等對容積重、碾米率之影響。

（三）粒型對白米品質之影響：

白米品質調查項目包括透明度，腹白、心白、碎米率等，調查標準依照白粉色（chalkiness）在米粒中加深與擴大的程度各分為六級（0－5）數目愈小，表示愈透明，腹白、心白亦愈少，品質愈佳[1,2]。

（四）稻米容積重測定法：

經風選或其他處理後之淸潔稻米，以容積重測定器測量之。測量時將漏斗全開，漏斗出口至容器上緣之距離固定爲 5 公分。

## 結 果

### 一、稻米粒型對其容積重與碾米率之影響：

（一）稻米粒長

調查供試之 A、B 兩組共172個樣品之稻穀及糙米之粒長，其長度分佈如表 2 與表 3，A組材料中，穀粒最長爲 9.88mm，最短爲 6.34mm，糙米粒長最長爲 7.20mm，最短爲 4.52mm, B 組材料中穀粒最長爲 10.56mm，最短爲 7.04mm，糙米粒長最長爲 7.91mm，最短爲 4.98mm。將試驗材料按糙米粒長分成長（>6.5mm），中（5.5~6.5mm）及短（<5.5mm）三種粒型，其粒長變域及平均值如表 4。

**Table 2.** Frequency distribution of paddy length for the experiment materials.

| Materials | Paddy length (m.m.) | | | | | | | | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6.00 ~ 6.50 | 6.51 ~ 7.00 | 7.01 ~ 7.50 | 7.51 ~ 8.00 | 8.01 ~ 8.50 | 8.51 ~ 9.00 | 9.01 ~ 9.50 | 9.51 ~ 10.00 | 10.01 ~ 10.50 | |
| A | 2 | 17 | 14 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | | 40 |
| B | | | 4 | 6 | 23 | 38 | 34 | 20 | 7 | 132 |
| Total | 2 | 17 | 18 | 8 | 25 | 39 | 35 | 21 | 7 | 172 |

**Table 3.** Frequency distribution of length of brown rice for the experiment materials.

| Materials | length of brown rice (m.m.) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4.51~5.00 | 5.01~5.50 | 5.51~6.00 | 6.01~6.50 | 6.51~7.00 | 7.01~7.50 | 7.51~8.00 | |
| A | 26 | 9 | 2 | 1 | 1 | 1 | | 40 |
| B | 1 | 3 | 23 | 50 | | 21 | 1 | 132 |
| Total | 27 | 12 | 25 | 51 | 34 | 22 | 1 | 172 |

**Table 4.** Variation in grain length of the experiment materials.

| Class* | Paddy length (m.m.) | | | Brown length (m.m.) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | A materials | B materials | All materials | A materials | B materials | All materials |
| Long | | | | | | |
| mean | 9.65 | 9.54 | 9.55 | 7.10 | 6.90 | 6.91 |
| Range | 9.42-9.88 | 8.61-10.56 | 8.61-10.56 | 7.00-7.20 | 6.50-7.91 | 6.50-7.91 |
| Medium | | | | | | |
| mean | 8.43 | 8.56 | 8.56 | 6.05 | 6.09 | 6.09 |
| Range | 8.14-8.77 | 7.36-9.27 | 7.36-9.27 | 5.87-6.39 | 5.47-6.49 | 5.47-6.49 |
| Short | | | | | | |
| mean | 6.98 | 7.45 | 7.03 | 4.90 | 5.23 | 4.94 |
| Range | 6.34-7.90 | 7.04-8.02 | 6.34-8.02 | 4.52-5.39 | 4.98-5.45 | 4.52-5.45 |

*Scale (m.m.) for brown rice L>6.51 M : 5.51—6.50 S<5.50.

(二) 稻穀、糙米、白米間粒型之相關關係：

稻穀之粒長、粒幅、粒厚與其糙米、白米等之粒長、粒幅及粒厚有極顯著之正相關關係，尤其是粒長，三者間之相關係數高達0.90—0.99 (表 5) 。比較三種不同篩選方法對相關係數之影響，以鹽水選材料所獲得之相關係數最高，其次是風選機處理過之材料，風鼓風選之材料所計算之相關係數最低。

**Table 5.** Correlation coefficients between grain size of paddy, brown and milled rices.

| Characters correlated | A materials | | | B materials |
|---|---|---|---|---|
| | 1[a] | 2[b] | 3[c] | 1[a] |
| Grain length | | | | |
| paddy and brown rice | 0.9741** | 0.9803** | 0.9852** | 0.9020** |
| paddy and milled rice | 0.9531** | 0.9851** | 0.9792** | 0.9060** |
| brown and milled rice | 0.9724** | 0.9912** | 0.9858** | 0.9608** |
| Grain width | | | | |
| paddy and brown rice | 0.8569** | 0.9179** | 0.9129** | 0.8030** |
| paddy and milled rice | 0.8643** | 0.8153** | 0.9051** | 0.7677** |
| brown and milled rice | 0.9370** | 0.8494** | 0.9286** | 0.8741** |
| Grain thickness | | | | |
| paddy and brown rice | 0.8174** | 0.6960** | 0.8911** | 0.7644** |
| paddy and milled rice | 0.7461** | 0.8188** | 0.8746** | 0.7469** |
| brown and milled rice | 0.8133** | 0.8490** | 0.9261** | 0.8787** |

[a] Cleaning by winnowing fan.
[b] Cleaning by burrow's seed blower.
[c] Cleaning by salt water (specific gravity 1.06).
** Significant at 1% level.

（三）稻穀粒型對千粒重、容積重及碾米率之影響：

稻穀粒型與千粒重、容積重及碾米率之相關係數如表 6；稻穀粒長與粒幅、粒厚、容積重（包括

**Table 6.** Correlation coefficients between grain size and volume weight, 1000-grain weight, milling quality characteristics.

| Characters correlated | A materials | | | B materials |
|---|---|---|---|---|
| | 1[a] | 2[b] | 3[c] | 1[a] |
| paddy length and | | | | |
| paddy width | -0.622** | -0.7737** | -0.7736** | -0.6522** |
| paddy thickness | -0.4634** | -0.584** | -0.6330** | -0.4634** |
| 1000-grain weight | 0.5919** | 0.5456** | 0.4973** | 0.5919** |
| volume weight of paddy | -0.4780** | -0.5680** | -0.6507** | -0.4334** |
| volume weight of brown rice | -0.6119** | -0.6974** | -0.6157** | -0.6119** |
| volume weight of milled rice | -0.7333** | -0.8351** | -0.5823** | — |
| brown rice (%) | -0.5818** | -0.6155** | -0.6652** | -0.5818** |
| milled rice (%) | -0.1921 | -0.2166 | -0.2644 | -0.1921* |
| head rice (%) | 0.0641 | 0.0143 | -0.0035 | — |
| Paddy width and | | | | |
| paddy thickness | 0.4983** | 0.6936** | 0.6428** | 0.6596** |
| 1000-grain weight | 0.0392 | -0.0654 | 0.0038 | 0.4593** |
| volume weight of paddy | 0.6143** | 0.6072** | 0.5905** | 0.1817* |
| volume weight of brown rice | 0.5158** | 0.5695** | 0.5034** | 0.1842* |
| volume weight of milled rice | 0.4857** | 0.7222** | 0.5540** | — |
| brown rice (%) | 0.5376** | 0.4527** | 0.4807** | 0.1752* |
| milled rice (%) | 0.3898* | 0.2100 | 0.2674 | 0.1879** |
| head rice (%) | 0.1668 | 0.1095 | 0.1463 | — |
| Paddy thickness and | | | | |
| 1000-grain weight | 0.0887 | 0.0544 | 0.0661 | 0.5261** |
| volume weight of paddy | 0.3864* | 0.4959** | 0.4802** | 0.1483 |
| volume weight of brown rice | 0.4615** | 0.5895** | 0.3804* | 0.3316** |
| volume weight of milled rice | 0.5380** | 0.6471** | 0.3804* | — |
| brown rice (%) | 0.4360** | 0.4759** | 0.5312** | 0.2044** |
| milled rice (%) | 0.1479 | 0.2329 | 0.3257* | -0.0205 |
| head rice (%) | -0.1604 | -0.1679 | -0.1535 | — |

[a] Cleaning by winnowing fan.
[b] Cleaning by burrow's seed blower.
[c] Cleaning by salt water (specific gravity 1.06).

* Significant at 5% level.
** Significant at 1% level.

稻穀、糙米及白米）、及糙米率呈極顯著之負相關。稻穀粒長與其千粒重；稻穀粒寬與其粒厚、容積重（包括稻穀、糙米及白米）、及糙米率；稻穀寬度與容積重（包括稻穀、糙米及白米）及糙米率等呈正相關之關係。粒型與完整米率無顯著之相關關係。穀粒長度與稻穀容積重之相關關係如圖１，其迴歸方程式爲 Y＝667.82－16.45X（r＝－0.5984）其中，Y 爲容積重 （g/l），X ，爲稻穀長度（mm）。

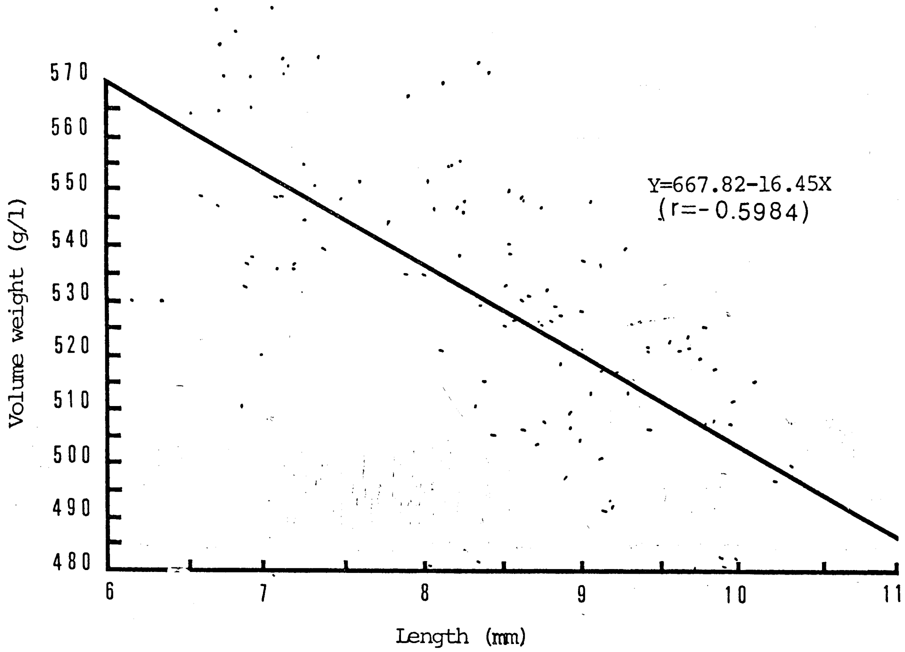


**Fig. 1.** Regression between volume weight and grain length of paddy rice.

（四）稻穀千粒重、容積重及碾米率之相關性：

稻穀千粒重與容積重、糙米率、白米率、完整米率間之相關係數如表７；稻穀千粒重與容積重（包括稻穀、糙米、白米）呈負相關，而與糙米率、白米率、完整米率等無顯著性之相關關係。糙米率與白米率爲極顯著之正相關，糙米率與完整米率亦趨向於正相關，白米率與完整米率爲極顯著之正相關。

**Table 7.** Correlation coefficients between 1000-grain weight and volume weight, milling quality characteristics.

| Characters correlated | A mateials | | | B mateials |
|---|---|---|---|---|
| | 1[a] | 2[b] | 3[c] | 1[a] |
| 1000-grain weight and volume weight of paddy | -0.0820 | -0.1005 | -0.2554 | -0.2563* |
| volume weight of brown | -0.3475* | -0.2085 | -0.3623* | -0.0661 |
| volume weight of milled | -0.4350** | -0.3572* | -0.2526 | — |
| brown rice (%) | -0.1267 | -0.1985 | -0.2180 | -0.1267 |
| milled rice (%) | 0.1558 | 0.1782 | 0.1124 | 0.1558 |
| head rice (%) | 0.1424 | 0.1062 | 0.0344 | — |

| Characters correlated | A materials | | | B materials |
|---|---|---|---|---|
| | 1[a] | 2[b] | 3[c] | 1[a] |
| Brown rice (%) and | | | | |
| milled rice (%) | 0.7174** | 0.7701** | 0.7362** | 0.8444** |
| head rice (%) | 0.3530* | 0.1978 | 0.2181 | — |
| Milled rice (%) and | | | | |
| head rice (%) | 0.6460** | 0.5122** | 0.4518** | — |
| \|r\| 0.05 | 0.3139 | 0.3139 | 0.3139 | 0.1712 |
| \|r\| 0.01 | 0.4131 | 0.4131 | 0.4131 | 0.2254 |

[a] Cleaning by winnowing fan.
[b] Cleaning by burrow's seed blower.
[c] Cleaning by water (specific gravity 1.06).
* Significant at 5% level.
** Significant at 1% level.

(五) 容積重對碾米率之影響：

容積重與碾米率間之相關係數列如表 8，稻穀、糙米、白米之容積重彼此間呈極顯著之正相關。稻穀及糙米之容積重與糙米率呈顯著之正相關，與白米率之相關關係則受供試材料之影響，分別呈不顯著，顯著或極顯著的正相關，容積重與完整米率間無顯著之相關關係。

**Table 8.** Correlation coefficients between volume weight and milling quality characteristics.

| Characters correlated | A mateials | | | B mateials |
|---|---|---|---|---|
| | 1[a] | 2[b] | 3[c] | 1[a] |
| Volume weight of paddy and | | | | |
| volume weight of brown rice | 0.7924** | 0.7024** | 0.6792** | 0.5602** |
| volume weight of milled rice | 0.7239** | 0.6644** | 0.6333** | — |
| brown rice (%) | 0.3701* | 0.3166* | 0.3538* | 0.3694** |
| milled rice (%) | 0.2456 | 0.2797 | 0.3633* | 0.3346** |
| head rice (%) | -0.0954 | -0.0853 | 0.1802 | — |
| Volume weight of brown rice and | | | | |
| volume weight of milled rice | 0.8506** | 0.8437** | 0.7774** | — |
| brown rice (%) | 0.4416** | 0.4431** | 0.5817** | 0.4648** |
| milled rice (%) | 0.2240 | 0.2783 | 0.4643* | 0.3704** |
| head rice (%) | -0.2193 | -0.2097 | -0.0631 | — |

[a] Cleaning by winnowing fan.
[b] Cleaning by burrow's seed blower.
[c] Cleaning by water (specific gravity 1.06).
* Significant at 5% level.
** Significant at 1% level.

（六）稻穀選別方法對容積重、千粒重、碾米率之影響：

以 A 組 40 個推廣品種之樣品為材料，經由（1）普通風選（2）風精選（普通風選後，再以 Burrow's 風選機風選）（3）鹽水選（風精選後再以1.06濃度之鹽水選）等 3 種選種處理後，分別調查容積重、千粒重及碾米率，結果列於表 9 。三種不同之選別處理對稻穀千粒重、糙米千粒重及完整米率之影響不顯著，而對稻穀容積重、糙米容積重、白米容積重、白米千粒重、糙米率、白米率則達顯著或極顯著之影響，經鹽水選過之樣品可增加容積重及碾米率。

**Table 9.** The effect of different seed sorters on volume weight 1000-grains weight and grain quality.

| Seed sorter | Select rate | Volume weight (g/l) | | | 1000-grains weight (g) | | | Brown rice % | Milled rice % | Head rice % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Paddy rice | Brown rice | Milled rice | Paddy rice | Brown rice | Milled rice | | | |
| Winnowing fan | 100 | 550.65$^{b}$# | 811,67$^{c}$ | 870.08$^{b}$ | 25.00$^{a}$ | 20.88$^{a}$ | 18.51$^{b}$ | 80.22$^{b}$ | 72.39$^{b}$ | 58.76$^{a}$ |
| Burrow's seed blower | 95.33 | 560.00$^{a}$ | 836.61$^{b}$ | 865.46$^{b}$ | 25.35$^{a}$ | 20.57$^{a}$ | 18.74$^{b}$ | 82.06$^{a}$ | 75.11$^{a}$ | 64.05$^{a}$ |
| Water (sp. gr. 1.06) | 88.16 | 564.34$^{a}$ | 856.91$^{a}$ | 884.04$^{a}$ | 25.63$^{a}$ | 21.02$^{a}$ | 19.41$^{a}$ | 82.06$^{a}$ | 75.47$^{a}$ | 59.86$^{a}$ |
| F value | | 4.73* | 30.20** | 7.25** | 1.26 | 1.30 | 5.29** | 14.96** | 40.87** | 1.83 |

# Means followed by the same letter are not significantly different.
* Significant at 5% level.
** Significant at 1% level.

## 二、期作與地區對容積重及碾米率之影響：

以臺農67號在高雄、新竹、羅東、花蓮、臺東等 5 地區，兩期作共10個樣品，就其容積重與碾米率之資料行變方分析，結果如表10。除了糙米率之不同期作間差異，及其與地區之交感效應不顯著外，其他在地區間，期作間及其交感效應皆有極顯著的差異，顯示栽培條件影響容積重及碾米率。一般而言，臺灣西部稻米之容積重比臺灣東部者為重，但糙米率及白米率受地區之影響較小。期作方面以第一期作之容積重較大，但在白米率及完整米率方面以第二期作者較高。

**Table 10.** The volume weigth and grain quality of Tainung 67 variety at 5 locations and in 2 crops.

| Location and Crop | | Volume weight (g/l) | | | Brown rice % | Milled rice % | Head rice % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Paddy rice | Brown rice | Milled rice | | | |
| Locations | Kaohsiung | 559.2$^{c}$# | 823.8$^{b}$ | 879.6$^{b}$ | 80.64$^{b}$ | 72.29$^{b}$ | 65.89$^{b}$ |
| | Hsinchu | 579.3$^{a}$ | 843.6$^{a}$ | 890.1$^{a}$ | 82.36$^{a}$ | 74.33$^{a}$ | 63.23$^{c}$ |
| | Lotung | 519.6$^{e}$ | 788.0$^{d}$ | 871.3$^{c}$ | 80.29$^{b}$ | 70.37$^{b}$ | 48.49$^{e}$ |
| | Hualien | 543.1$^{d}$ | 808.5$^{c}$ | 864.0$^{d}$ | 80.33$^{b}$ | 72.21$^{b}$ | 52.94$^{d}$ |
| | Taitung | 573.6$^{b}$ | 809.1$^{c}$ | 872.8$^{c}$ | 80.65$^{b}$ | 73.02$^{b}$ | 67.20$^{a}$ |

| Location and Corp | | Volums Weight (g/l) | | | Brown rice | Milled rice | Head rice |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Paddy rice | Brown rice | Brnonr hice | % | % | % |
| | F. value | 755.5** | 100.7** | 45.9** | 4.30* | 12.80** | 510.90** |
| Crops | 1st Crop | 557.1 | 828.9 | 886.2 | 80.85 | 71.98 | 53.12 |
| | 2nd Crop | 552.8 | 800.3 | 864.8 | 80.86 | 73.14 | 66.37 |
| | F. value | 29.7** | 242.8** | 272.0* | 0.00$^{ns}$ | 10.32** | 1600.00** |
| L X C | F. value | 97.5** | 32.8** | 121.8** | 2.76$^{ns}$ | 6.76** | 562.38** |

# Means followed by the same letter are not significantly different.
* Significant at 5% level.
** Significant at 1% level.

**三、粒型對白米品質之影響：**

以A組（推廣品種）40個樣品調查其白米之透明度、心白、背白、腹白等白米外貌品質，除了糯稻品種外，其餘38個樣品在透明度方面屬於 3 級的有32個， 4 級的 2 個， 5 級的 2 個。在心白方面屬於 0 級的有16個， 1 級的19個， 2 級的 3 個。背白方面屬於 0 級的37個， 1 級的 1 個。在腹白方面屬於 0 級的 2 個， 1 級的13個， 2 級的10個， 3 級的 8 個， 5 級的 5 個。由此結果顯示，目前臺灣主要推廣品種，在白米外貌品質方面，以腹白這一項的品種間差異較大，惟從本資料並無法看出粒型與白米外貌品質之相關性。

**四、胚乳性質對容積重及碾米率之影響：**

以本所高級產量試驗 4 個糯稻品系及與其粒型相近之 4 個非糯稻品系，就其稻穀容積重、糙米容積重、糙米率、白米率等比較分析，結果如表11。由表11得悉，在相近之粒型間，糯稻之稻穀容積重顯著地較非糯稻輕，但糙米容積重，糙米率及白米率兩者間沒有顯著的差異。

**Table 11.** The effect of different seed sorters on volume weight, 1000-grains weight and grain quality.

| Seed sorter | Select rate | Volume weight (g/l) | | | 1000-grains weight (g) | | | Brown rice % | Milled rice % | Head rice % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | paddy | Brown rice | Milled rice | Paddy rice | Brown rice | Milled rice | | | |
| Winnowing fan | 100 | 550.65$^{b}$# | 811.67$^{c}$ | 870.08$^{b}$ | 25.00$^{a}$ | 20.68$^{a}$ | 18.51$^{b}$ | 80.22$^{b}$ | 72.39$^{b}$ | 58.76$^{a}$ |
| Burrow's seed blower | 95.33 | 560.00$^{a}$ | 836.61$^{b}$ | 865.46$^{b}$ | 25 35$^{a}$ | 20.57$^{a}$ | 18.74$^{b}$ | 82.06$^{a}$ | 75.11$^{a}$ | 64.05$^{a}$ |
| Water (sp. gr. 1.06) | 88.16 | 564.34$^{a}$ | 856.91$^{a}$ | 884.04$^{a}$ | 25.63$^{a}$ | 21.02$^{a}$ | 19.41$^{a}$ | 82.06$^{a}$ | 75.47$^{a}$ | 59.86$^{a}$ |
| F value | | 4.73 | 30.20** | 7.25** | 1.26 | 1.30 | 5.29** | 14.96** | 40.87** | 1.83 |

# Means followed by the same letter are not significantly different.
* Significant at 5% level.
** Significant at 1% level.

## 討　論

依據本試驗的結果，稻穀粒型、糙米粒型與白米粒型之間有極高的正相關（表５），三者互相之間的相關係數，粒長爲0.95～0.99，粒幅爲0.81～0.94，粒厚爲0.70～0.93都達極顯著的水準，同時三種粒型之粒長、粒幅及粒厚與容積重、碾米率等之相關係數都很相似。

容積重是水稻之重要性狀，依據本試驗結果，稻穀容積重因粒長、粒幅、粒厚不同而變異。容積重與穀粒長呈極顯著之負相關，此與宋(1)，黃(4) 與楊(5) 等之報告相似。稻穀容積重因穀粒長度增加而降低，長粒型水稻之容積重較輕，係因空隙量較大而非結實不飽滿所致 (4) 。因此不同粒型應分別訂定其容積重之合格標準，宋(1)與胡等(3)亦曾提出相同的結論。容積重與粒幅，粒厚呈正相關，黃(4)與楊(5)亦有類似的報告，其中以粒幅之影響較大，表示穀粒之寬度或厚度增加時，其容積重也相對地增加。由此結果推測，增加稻穀容積重的方法有二，一爲縮短粒長，一爲增加粒幅或粒厚，即選拔短圓型稻米有益於容積重之增加。

由上述容積重與穀粒長之關係，以平均穀粒長推算容積重之結果列於表12。以一般農民慣行之風選機（風鼓）風選（相當於處理１），只有短粒型品種的稻穀容積重可以達到 532g/l 的國家標準，其他中、長粒型之稻穀容積重約比短粒型分別輕５％及 7.5％，中粒型品種僅限於用鹽水選等特別處理的條件下，方能達到國家標準，而長粒型品種旣使用鹽水選亦達不到國家標準容重量。表示稻穀容積重應依穀粒長度之不同，分別訂定其合理的標準，即 Y＝667.82－16.45X ，則稻穀平均容積重短粒型爲 552g/l ，中粒型爲 527g/l ，長粒型爲 510g/l。

**Table 12.** Mean volume weight of paddy suggested by grain length.

| Grain length | Mean of paddy length (x) m. m. | Volume weight of paddy (y) g/l | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | All materials (n=172) [a] | A materials | | | B materials (n=132) [a] |
| | | | (n=40) [a] | (n=40) [b] | (n=40) [c] | |
| Long | 9.547 | 510.763 | 516.209 | 516.301 | 528.600 | 510.748 |
| Medium | 8.556 | 527.066 | 530.639 | 534.693 | 544.414 | 526.554 |
| Short | 7.030 | 552.169 | 552.859 | 563.014 | 568.766 | 550.894 |
| Regression equation | | 667.816-16.451× | 655.223-14.561× | 693.484-18.559× | 680.951-15.958× | 663.021-15.95× |
| correlation cofficients | | −0.5984 | −0.4780 | −0.5680 | −0.6507 | −0.4334 |

[a] Cleaning by winnowing fan.

[b] Cleaning by burrow's seed blower.

[c] Cleaning by water (specific gravity 1.06).

理論糙米容積重爲 Y＝929.883－22.244X ，換算短粒型糙米平均容積重爲 820g/ℓ，中粒型爲 795g/l ，長粒型爲 776g/l (表13) 。此結果較宋(1)所估算之稻穀容重量略輕 [1] ，但比現行稉稻容積重標準略高。

**Table 13.** Mean volume weight of brown rice suggested by grain length.

| Grain length | Mean of paddy length (x) m. m. | Volume weight of paddy (y) g/l | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | All materials (n=172) [a] | A materials | | | B materials (n=132) [a] |
| | | | (n=40) [a] | (n=40) [b] | (n=40) [c] | |
| Long | 6.910 | 776.177 | 755.924 | 770.872 | 775.818 | 795.831 |
| Medium | 6.085 | 794.528 | 781.320 | 793.427 | 799.491 | 806.996 |
| Short | 4.900 | 819.998 | 816.565 | 824.731 | 832.347 | 822.491 |
| Regression equation | | 929.993-22.244x | 968.628-30.782x | 959.791-27.340x | 974.100-28.695x | 889.344-13.533x |
| correlation cofficients | | −0.6457 | −0.6977 | −0.6875 | −0.6106 | −0.4477 |

[a] Cleaning by winnowing fan.
[b] Cleaning by burrow's seed blower.
[c] Cleaning by water (specific gravity 1.06).

碾米率是稻米市場品質重要指標之一，包含糙米率、白米率及完整米率三項。粒型影響碾米率的情形，依據本試驗的結果，榖粒長度與糙米率呈極顯著的負相關，與白米率呈顯著或接近顯著的負相關，顯示長粒型水稻之糙米率及白米率較低，此與宋(1)、黃(4) 與楊(5) 等之研究結果相似。榖粒寬度與厚度對糙米率及白米率的影響，因測試材料不同而有不同程度之正相關，顯示某些品種（系）因榖粒厚度或寬度增加而顯著地提高糙米及白米率，而對另一部分品種（系）的影響却不顯著。完整米率與榖粒之長、寬、厚的相關係數均未達顯著水準，顯示完整米率與粒型無明顯的關係存在，而受其他因素（如氣候、調製、貯存等）之影響較大。由這些結果顯示，縮短粒長及增加粒幅或粒厚，將可增加糙米率及白米率，但不一定能改善完整米率，所以在育種時若選拔粒長較短，粒幅較寬厚的個體或系統，可增加糙米率及白米率。糙米率、白米率與容積重呈正相關，顯示容積重較重的品種，其糙米率與白米率亦較大。完整米率與容積重則無顯著的相關係存在。糙米率與白米率、完整米率呈正相關，白米率與完整米率亦呈正相關，顯示糙米率高的品種，其白米率及完整米率亦高，所以糙米率可做爲碾米率的指標，育種時可以着重於糙米率之選拔。

千粒重爲水稻品種之重要農藝性狀，依據本試驗的結果，千粒重與粒長呈極顯著的正相關，顯示粒長愈長其千粒重愈重。千粒重與粒幅、粒厚之關係，因材料不同而異，在A組材料中，三種處理之相關係數都極小，而B組材料中則爲極顯著的正相關，此差異可能是A組材料中屬於短粒型的較多，中、長粒型的較少（表２、３），而B組材料中屬於短粒型的較少，中、長粒型的較多。表示中、長粒型品種之千粒重受粒幅、粒厚之影響較大。千粒重與容積重之間有顯著或不顯著的負相關，宋 (1) 報告同一品種內容積重愈重，千粒重就愈重；因爲千粒重與容積重的關係在品種內與品種間的表現不一致，同一品種當其千粒重愈重時，其容積重愈重，而不同品種間其容積重因受粒型的影響，千粒重較重的品種若粒型較長可能反而較輕。千粒重與碾米率間無顯著之相關關係。

臺農67號在高雄、新竹、羅東、花蓮、臺東等５個地點之平均容積重第一期作高於第二期作，白米率及完整米率却以第二期作較第一期作爲高，而糙米率兩期作間差異並不顯著。在地點間的差異，

不論容積重或碾米率均達顯著水準（表10）。此結果顯示栽培環境會影響容積重及碾米率。因此，改善稻米品質除了選育具有優良米質之水稻品種外，必須配合栽培環境與栽培技術的改進。

此外，以主要推廣品種爲材料之40個樣品，調查其白米透明度、心白、背白、腹白等外貌品質之結果，樣品間之變異以腹白較大，從最好到最壞的都有，透明度多半屬於中級（3級），而心白與背白較少，多半屬於0或1級，顯示本省現行推廣品種的外貌品質，須針對透明度與腹白加以改善，尤其是腹白。至於粒型與白米外貌品質的關係雖在本試驗中獲得肯定，但短圓型水稻之腹白有較多之趨勢。

稻穀之容積重及碾米率可因精選而獲得提高，不論容積重或糙米率及白米率，均以濃度1.06鹽水選者最大。

初步以粒型相似之糯稻與非糯稻之容積重與碾米率資料（表11）顯示，稻穀容積重受胚乳性質（糯性與非糯性）影響極顯著，即非糯稻穀的容積重較重，此結果與日本將糯稻之容積重的合格標準訂定得比粳稻（非糯性）低（每公升少10公克）相似。但兩者間之糙米容積重、糙米率及白米率並無顯著之差異，其眞正原因尚待做更進一步的試驗。

## 參考文獻


1.宋勳。1976。臺灣長粒型秈稻品質之探討。臺灣農業12（3）：98～105。

2.宋勳。1978。稻米品質劃分之可行性。臺中區農業改良場研究彙報第2號：26～31。

3.胡承燦、楊嘉文。1978。長粒型秈稻品種容重量與碾米率之調查。臺灣農業14（2）75～83。

4.黃眞生。1979。臺灣秈稻栽培面積之減少及其原因之探討。中華農學會報106：52～61。

5.楊遜謙。1982。長粒型秈稻穀粒形狀對容重量及碾米率影響之研究。中華農業研究31（3）：187～190。

6.趙致康、康有德，1982。稻田利用之調整。刊載於中華民國農學團體71年聯合年會綜合議題討論資料。中華民國農學團體七十一年聯合年會籌備委員會編印，pp. 1～2.。

7.中央標準局。中國國家標準 CNS 2423, 2424, 2425, 2426, 3491, 3492, 3493.。經濟部中央標準局印行。

8.農林廳。1981。臺灣農業年報。pp. 2-9..

9. Cristobal, C. Paddy and milled rice grading. SQAD/DTRE, National Food Authority, Quezon City, Philippines. 39pp.

10. International Rice Research Institute. 1980. Descriptors for rice (*Oryza sativa* L.). IRRI, Los Bahos, Philippines. 21pp.

11. United States Department of Agriculture. 1979. USDA grade standards for food and farm products. Sections 68. 201-213, 68. 251-264, 68. 301-316. USDA Food Safety and quality service, Agriculture Handbook No. 533.

# Effects of Grain Shape on the Market Quality of Rice

T. H. Tseng and Y. C. Teng

## Summary

The main purpose of this experiment was to study the relationship between market qualities and grain characteristics. A total of 172 samples, including cultivated varieties from different localities and newly selected strains from TARI, were used in this study. The results were summarized as follows :

The grain size between paddy, brown and milled rices were positively correlated. The grain length and 1000-grains weight, grain width and grain thickness, grain width and volume weight, grain thickness and volume weight, brown rice (%) and milled rice (%), milled rice (%) and head rice (%), grain width and brown rice (%), grain thickness and brown rice (%) and volume weight and brown rice (%) were positively correlated. However, the grain width and 1000-grains weight, grain thickness and 1000-grains weight, grain width and milled rice (%), grain thickness and milled rice (%), volume weight and milled rice (%), brown rice (%) and head rice (%) did not show the same tendency. The correlation coefficients of grain length and milled rice (%), 1000-grains weight and volume weight tend to have negative correlation. The grain length and grain width, grain length and grain thickness, grain length and volume weight, grain length and brown rice (%) were negatively correlated. No significant correlation was found for head rice (%) and grain characteristies, grain shape and grain appearance. The results indicated that shorter and thicker grains have larger volume weight and higher recovery of brown rice. The long grain varieties tend to have lower volume weight than short grain varieties.

The volume weight and milling rate were affected by locatities and crops as well as the degree of cleanliess. Non-glutinous rice has higher paddy volume weight than glutinous rice, but the volume weight of brown rice, milled rice and milling rate were not affected by the type of endosperm.

---

1. Contribution No. 1151 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant plant breeder and former plant breeder, respectivety. Department of Agronomy, TARI, Wu-feng, Taichung, Taiwan, 431, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 33(2)：109～116 (1984)

# 水稻葉面積指數與產量之關係[1]

蔡　　金　　川[2]

**摘要**：以秈稉稻各十五個品種於本所試驗田在自然環境下分一、二期作進行試驗，試驗結果顯示秈稉稻之中、晚熟品種一、二期作之葉面積指數皆於孕穗期最大，而隨着生育期之後移而遞減。一期作稉稻早熟品種亦於孕穗期葉面積指數最大，但二期作則移至抽穗期才達到高峯。一、二期作秈稉之早熟品種有些於孕穗期葉面積指數最大，有的於抽穗期達到高峯。

秈稉稻孕穗後各生育時期期作間之葉面積指數皆差異極顯著。稉稻品種間除了二期作乳熟期之外，其他各生育時期皆差異極顯著。秈稻品種間在一期作抽穗後各生育時期皆差異極顯著，而二期作只在孕穗期及抽穗期差異顯著。

一、二期作秈稉稻於孕穗期之葉面積指數與穗數或一穗穎花數具顯著之正相關，而兩期作之秈稉稻抽穗後各生育時期葉面積指數與產量或千粒重亦有顯著之正相關；因此水稻孕穗期至穀粒充實期充分的葉面積指數應可提高一、二期作稻穀產量。

水稻個體乾物質約百分之九十爲碳水化合物，而碳水化合物主要由葉片的光合作用所形成，因此水稻的葉片可喻爲生產碳水化合物的工廠。津野[4]指出水稻的物質生產量爲葉面積指數與葉的生產效率 (efficiency) 之乘積，又松島[6]認爲水稻產量之百分之九十左右決定於抽穗後的同化生產物。如何使水稻抽穗後之穀粒充實期保持適當的葉面積指數，即緩和減少葉面積指數的下降，使光合成能力不致於大幅度減退，乃提高水稻產量有力途徑之一。

本試驗以秈稉稻30個品種爲試驗材料，分別於一、二期作在自然環境下進行試驗，調查水稻自孕穗後各生育時期葉面積指數變化的情形，比較品種間的差異，並探討葉面積指數與產量及產量構成要素之關係，以供栽培者與育種家之參考。

## 材料與方法

本試驗自民國69年第二期作開始，至第一作完成，於臺中縣霧峰鄉本所試驗田進行，供試品種秈稉稻各十五個品種（表1）。採用裂區試驗設計，以採樣時期爲主試因，品種爲副試因，每小區8行，每行8叢，行株距 25×20 cm， 重複三次。肥料用量：硫酸錏，過磷硫鈣及氯化鉀一期作分別爲 640, 320, 90 kg/ha，二期作爲 580, 250, 85 kg/ha，其他田間管理按一般管理法。

水稻生育期間於孕穗、抽穗、乳熟及糊熟四時期分別自田間採三小區十八叢之稻株，以葉面積自動測定儀測葉面積，然後整株置於 100°C 通風乾燥箱1－2小時後，再以 80°C 處理至完成乾燥，秤量全乾物重，並於收穫期測定產量與產量構成要素。

---

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1152 號。

2.本所農藝系技士。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

## 結果與討論

表 1 所列之早、中、晚熟品種在一期作之全生育日數分別爲96～100、101～120及120天以上，二期作分別爲95天以下、96～100及101天以上。

由表 1 可知秈稉稻30個品種在孕穗期及孕穗後各生育期之葉面積指數變化情形，除一、二期作秈稻早熟品種與一期作稉稻早熟品種外，其他兩期作秈稉稻之中，晚熟品種皆於孕穗期葉面積指數最大，然後隨着各生育期之後移而遞減。但一期作秈稻早熟品種包葉菊與夾葉青以及二期作秈稻早熟品種矮脚南特及稉稻早熟品種臺中 186 號等四個品種移至抽穗期葉面積指數才達高峯。

表1. 水稻品種各生育期之葉面積指數

**Table 1.** Leaf area index (LAI) at various growth stages in 30 rice varieties

| Cultivar | 1st Crop | | | | 2nd Crop | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | booting stage | heading | milk-ripe stage | dough-ripe stage | booting stage | heading | milk-ripe stage | dough-ripe stage |
| Japonica Early Taichung 186 (臺中186號) | 4.36 | 3.97 | 3.08 | 3.00 | 3.10 | 3.24 | 2.96 | 2.86 |
| Kaohsiung sel (高雄選 1 號) | 4.75 | 4.58 | 3.79 | 2.65 | 3.40 | 3.59 | 2.72 | 2.40 |
| Toyonishiki (豐錦) | 4.85 | 4.44 | 3.60 | 2.83 | 3.48 | 3.62 | 2.95 | 2.48 |
| Medium Taipei 309(臺北309號) | 4.90 | 4.64 | 3.93 | 3.58 | 3.50 | 3.36 | 2.69 | 1.95 |
| Tainung 62 (臺農62號) | 4.88 | 4.53 | 4.03 | 3.63 | 3.08 | 3.01 | 2.90 | 1.90 |
| Tainung 67 (臺農67號) | 5.07 | 4.59 | 3.89 | 3.21 | 3.62 | 3.37 | 3.12 | 2.90 |
| Chianung 242 (嘉農242號) | 4.68 | 3.91 | 3.21 | 2.80 | 3.30 | 3.21 | 2.87 | 2.52 |
| Tainan 5 (臺南 5 號) | 4.45 | 4.21 | 3.63 | 3.50 | 3.95 | 3.41 | 3.06 | 2.82 |
| Tainan 6 (臺南 6 號) | 4.73 | 4.12 | 3.55 | 2.87 | 3.46 | 3.33 | 2.86 | 2.71 |
| Kaohsiung 139 (高雄139號) | 4.83 | 4.63 | 3.49 | 2.87 | 3.42 | 3.39 | 2.80 | 2.76 |
| Late Hsinchu 56 (新竹56號) | 4.71 | 4.10 | 3.65 | 2.92 | 3.06 | 2.97 | 2.70 | 1.76 |
| Taichung 65 (臺中65號) | 4.62 | 4.29 | 3.84 | 3.02 | 3.29 | 2.88 | 2.74 | 2.30 |
| Chianan 8 (嘉南 8 號) | 4.84 | 4.06 | 3.35 | 2.85 | 3.27 | 3.17 | 2.85 | 2.70 |
| Kaohsiung 140 (高雄140號) | 5.07 | 4.04 | 3.82 | 2.96 | 3.29 | 2.89 | 2.78 | 2.30 |
| Taitung 29 (臺東29號) | 5.11 | 4.66 | 3.76 | 3.42 | 3.57 | 3.35 | 3.04 | 2.77 |
| Indica Early Pao-yeh-tzu (包葉菊) | 4.02 | 4.24 | 3.18 | 2.80 | 4.47 | 3.52 | 2.97 | 2.50 |
| Ai-Chio-nan-te (矮脚南特) | 4.53 | 4.39 | 3.15 | 2.37 | 3.12 | 3.27 | 2.79 | 2.29 |
| Chia-Yeh-Ching 8(夾葉青8號) | 4.67 | 4.80 | 3.50 | 2.85 | 3.61 | 3.56 | 3.08 | 2.58 |
| Chen-tzu-ai 11 (珍珠矮11號) | 4.91 | 4.58 | 3.32 | 2.58 | 3.20 | 3.33 | 2.70 | 2.03 |
| Nan-tsao 32 (南早32號) | 4.96 | 4.64 | 3.58 | 2.45 | 3.62 | 3.48 | 2.88 | 2.38 |
| Medium Hsinchu-ai-chuch-chien (新竹矮脚尖) | 4.60 | 4.28 | 3.31 | 2.68 | 3.55 | 3.15 | 2.82 | 1.77 |
| Taichung Native 1(臺中再來1號) | 5.45 | 4.90 | 3.70 | 3.01 | 3.90 | 3.30 | 3.03 | 2.57 |
| Taichung Sen 2 (臺中秈 2 號) | 4.28 | 4.16 | 3.03 | 2.72 | 4.15 | 3.18 | 2.61 | 1.76 |
| Taichung Sen 10 (臺中秈10號) | 5.18 | 4.56 | 3.80 | 3.33 | 4.42 | 4.20 | 3.34 | 2.90 |
| Chianung Sen 8 號(嘉農秈8號) | 4.78 | 4.44 | 3.83 | 3.52 | 4.05 | 3.37 | 2.92 | 2.38 |
| Chianung Sen 11號(嘉農秈11號) | 5.14 | 4.61 | 3.88 | 2.97 | 5.03 | 4.25 | 3.25 | 2.82 |
| Tainung Sen 12 號(臺農秈12號) | 4.83 | 4.71 | 3.92 | 3.20 | 3.39 | 3.28 | 3.18 | 2.93 |
| Kaohsiung Sen 7 (高雄秈 7 號) | 5.12 | 5.02 | 4.01 | 3.16 | 3.89 | 3.30 | 3.08 | 2.76 |
| Late Taichung Sen 3(臺中秈3號) | 5.38 | 4.73 | 3.90 | 3.43 | 3.83 | 3.72 | 3.15 | 2.68 |
| Chianung Sen 6 (嘉農秈 6 號) | 4.82 | 4.30 | 3.53 | 2.53 | 3.45 | 3.29 | 2.50 | 2.22 |

表2. 水稻各生育期葉面積指數之變方分析

**Table 2.** Analysis of Variance for leaf area index (LAI) at various growth stages in rice plants

| Source of Variiation | | dy | F | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | booting stage | heading stage | milk-riipe stage | dough-ripe stage |
| Crop season | | 1 | 141.1416** | 195.3402** | 118.0377** | 33.9402** |
| Error | | 58 | — | — | — | — |
| Total | | 59 | — | — | — | — |
| Japnoica type | | | | | | |
| 1st Crop | Block | 2 | 0.7247 | 0.5617 | 2.0669 | 15.7966** |
| | Variety | 14 | 5.3117** | 4.5210** | 0.9819 | 2.6419* |
| | Error | 28 | — | — | — | — |
| | Total | 44 | — | — | — | — |
| 2nd Crop | Block | 2 | 0.0746 | 5.2773* | 2.0678 | 0.1631 |
| | Variety | 14 | 5.8920** | 219.8320** | 2.8584** | 8.5463** |
| | Error | 28 | — | — | — | — |
| | Total | 44 | — | — | — | — |
| Indica type | | | | | | |
| 1st Crop | Block | 2 | 0.3254 | 0.3728 | 3.2042 | 0.3572 |
| | Variety | 14 | 1.4382 | 1.1389 | 6.0260** | 4.7493** |
| | Error | 28 | — | — | — | — |
| | Total | 44 | — | — | — | — |
| 2nd Crop | Block | 2 | 0.7176 | 0.3038 | 0.1180 | 0.0470 |
| | Variety | 14 | 26.8112** | 2.5705* | 1.2070 | 2.0329 |
| | Error | 28 | — | — | — | — |
| | Total | 44 | — | — | — | — |

Note : *, ** : Significant at 5% and 1% level, respectively.

表3. 水稻各生育期葉面積指數與產量及產量構成要素之相關係數

**Tabie 3.** Correlation coefficient of leaf area index at varions growth stages and yield and yield components

| Growth stage | Type | Yield Components: Panicles/hill 1st Crop | Panicles/hill 2nd Crop | Spikelets/panicle 1st Crop | Spikelets/panicle 2nd Crop | Ripened grain (%) 1st Crop | Ripened grain (%) 2nd Crop | 1000-grain-weight (g) 1st Crop | 1000-grain-weight (g) 2nd Crop | Yield 1st Crop | Yield 2nd Crop |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Booting Stage | Japonica | 0.7819** | 0.6532** | 0.7336** | 0.6675** | −0.0785 | −0.1769 | 0.2600 | 0.1400 | 0.4960 | −0.2400 |
| | Indica | 0.9233** | 0.8441** | 0.8635* | 0.5738* | 0.1822 | 0.2968 | 0.3000 | 0.0660 | 0.4870 | 0.4810 |
| Heading Stage | Japonica | 0.7049** | 0.7537** | 0.3655 | 0.2203 | −0.0530 | 0.3255 | 0.4800 | 0.0730 | 0.5430* | 0.5570* |
| | Indica | 0.7141** | 0.8105** | 0.4052 | 0.3033 | 0.4627 | 0.5944* | 0.1500 | 0.4900 | 0.6630* | 0.6250* |
| Milk-ripe Stage | Japonica | 0.3462 | 0.2743 | 0.3894 | 0.2369 | −0.0782 | −0.0095 | 0.5431* | 0.6425** | 0.6885** | 0.7376** |
| | Indica | 0.5702* | 0.1581 | −0.0907 | 0.2396 | 0.3800 | 0.3582 | 0.5683* | 0.6675** | 0.6195** | 0.8539** |
| Dough-ripe Stage | Japonica | 0.1044 | 0.2796 | 0.0702 | 0.1512 | −0.1863 | 0.0783 | 0.6856** | 0.5240* | 0.5505* | 0.6836** |
| | Indica | 0.4927 | 0.4762 | −0.3704 | 0.0641 | 0.1783 | 0.3615 | 0.5627* | 0.6110* | 0.5694* | 0.9300** |

Note : *, ** : Significant at 5% and 1% level, respectively.

表4. 水稻各生育期葉面積指數與全乾物重(莖+葉鞘+莖+穗重)之相關係數

**Tabie 4.** Correlation Coefficient of leaf area index (LAI) at various grovth stages and total dry weight (stem+leaf sheath+leaves +panicles) in rice plants

| Type | Crop | Growth Stage: booting stage | heading stage | milk-ripes | dough sipt stage |
|---|---|---|---|---|---|
| Japonica | 1st Crop | 0.3180 | 0.5588* | 0.8105** | 0.7434** |
| | 2nd Crop | 0.4646 | 0.5712* | 0.7016** | 0.5900* |
| Indica | 1st Crop | 0.4801 | 0.8274** | 0.9162** | 0.7077** |
| | 2nd Crop | 0.3267 | 0.7051** | 0.8111** | 0.8277** |

Note : *, ** : Significant at 5% at 1% level , respectively.

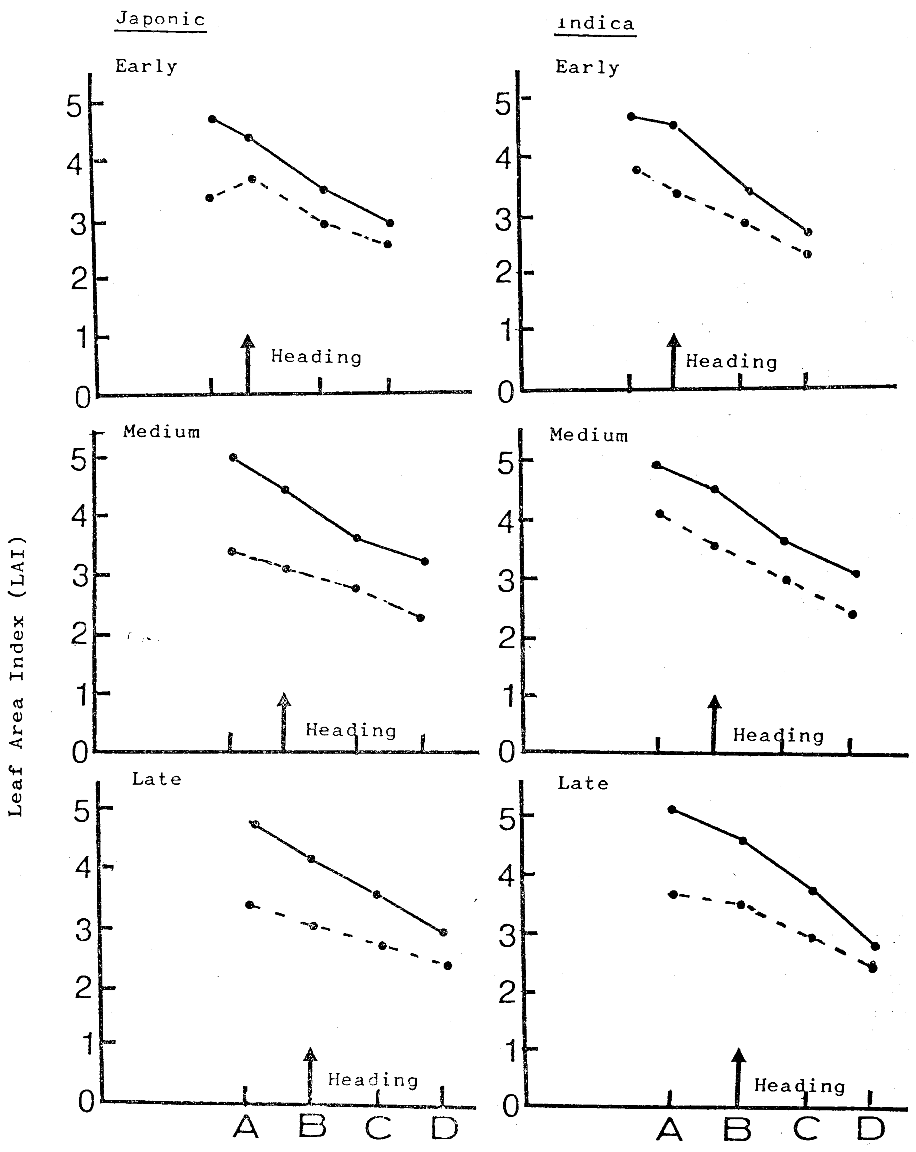



圖1.一、二期作水稻各生育時期之葉面指數

**Fig. 1.** Leaf area index in rice plants of the first crop (solid lines) of 1981 and the second crop (dashed lines) of 1980 at (A) booting stage, (B) heading stage, (C) milk-ripe stage, and (D) dough-ripe stage.

由圖1生育各期葉面積指數變化情形顯示只有二期作稉稻早熟品種於抽穗期葉面積指數達峯，其他兩期作秈稉稻品種皆於孕穗期葉面積指數最高，然後隨着生育期之後移呈現逸減現象，與村田[5]以水稻早、中、晚熟品種孕穗後各生育時期葉面積指數變化之關係圖相類似，但其早熟品種之葉面積指數於抽穗期爲高峯，與本試驗之一、二期作秈稻早熟品種及一期作稉稻早熟品種結果迥異，這可能與品種特性或區域性有關。

由圖1得知，一二作秈稉稻各生育時期之葉面積指數皆高於二期作，而表2所示各生育時期葉面積指數期作間皆差異極顯著，或許與兩期作穗數之差異有關，也可能是構成秈稉稻一期作產量高於二

期作之原因之一。本試驗一期作秈稉稻之平均穗數17.24，大於二期作之平均穗數15.17，謝[1]於臺北之水稻試驗，二期作之葉面積指數反而高於一期作，乃因其二期作各生育期之穗數高於一期作所致，即穗數與葉面積指數關係密切。

IRRI[9,11]以水稻品種 IR747B2-6 作試驗，自孕穗期至穀粒充實期間葉面積指數爲12～13，而幼穗形成後20天之間，在自然日射下，葉面積指數6可得最大的乾物生產量；津野[4]認爲水稻葉片生育最茂盛關期即孕穗期或抽穗期，葉面積指數5～7，對於物質生產最合適；松島[6]也認爲一般水稻在齊穗期葉面積指數5～7最適合乾物之生產；村田[5]指出水稻抽穗後之乾物增加量，在穀粒充實期間之葉面積指數3爲最適合。表1所示一期作秈稻孕穗期葉面積指數最高之品種爲臺中在來1號[5,45]，而稉稻品種孕穗期葉面積指數最高是臺東29號[5,11]，其他一、二期作孕穗期秈稉稻大部份品種之葉面積指數都低於5。而一、二期作抽穗期秈稉稻品種葉面積指數最高爲高雄秈7號5.02，其他品種皆小於5，而且抽穗後20天左右之糊熟期葉面積指數秈稉稻30個品種之總平均一、二期作分別爲2.99與2.46，特別是二期作所有品種之葉面積指數都小於3，葉面積指數最低者爲新竹 56號 1.76。謝[1]在臺北近郊南港以水稻品種臺中65號作試驗，一、二期作穀粒充實期葉面積指數低於4，穀粒充實後期小於3，由此可知本省水稻穀粒充實期之葉面積偏低，但這可能與品種特性，區域性或管理方式有關。津野[4]曾指出水稻的物質生產量爲葉面積指數與葉片的生產效率之乘積，因此一、二期作秈稉稻於孕穗後至穀粒充實期，在不影響羣落光照環境之下儘可能增大其葉面積指數，當有助於水稻的物質生產。

表3爲水稻孕穗期與孕穗後各生育期之葉面積指數與產量及產量構成要素之相關性。由表3可知一、二期作秈稉稻於孕穗期葉面積指數與穗數或一穗穎花數有顯著之正相關，這與謝[1]水稻試驗的結果相類似，但其一、二期作孕穗期之葉面積指數與結實率呈顯著之負相關，而本試驗一、二期作孕穗期之葉面積指數與充實率，千粒重或產量之相關不顯著。一、二期作秈稉稻抽穗期葉面積指數與穗數或產量皆有顯著之正相關，而葉面積指數與一穗穎花數或千粒重雖呈正相關，但並未達顯著水準。IRRI(10)報告於抽穗期葉面積指數與穗數、穎花數、百粒重或產量皆呈現正相關的趨勢，而葉面積指數與充實率則看不出有任何的相關性；但本試驗由表3所示秈稉稻二期作抽穗期之葉面積指數與充實率皆有正相關，特別是秈稻葉面積指數與充實率呈顯著之正相關，而秈稉稻一、二期作在抽穗期或抽穗後之乳熟期期與糊熟期之葉面積指數與千粒重或產量皆呈顯著之正相關 Murata(12)在 IBP 計畫試驗裡 1967,1968連續兩年水稻區域性試驗也顯示抽穗期之葉面積指數與產量呈極顯著之正相關。

由以上結果可知，提高水稻葉面積指數爲增產有效途徑之一。謝[1]水稻試驗結果顯示水稻生育初期葉面積指數與穗數或一穗穎花數有顯著之正相關；而津野[4]與松島[6]認爲水稻生育初期氮肥可促進分蘗與增大水稻之葉面積，同時能保持必要的穎花數，因此一、二期作水稻生育初期施適量的氮肥，能增大葉面積，有助於物質生產量的提高。

前報[2]的試驗結果顯示兩期作秈稉稻自孕穗後至穀粒充實期之葉片全氮濃度呈逸減的現象。石塚及田中[3]認爲水稻幼穗形成期至穀粒充實期葉片氮素濃度的降低是由於氮素從葉片轉流至稻穗所致。武田等[7,8]指出穗肥可以補充水稻穀粒充實期葉片氮素轉移至穗部形成葉片氮素的不足，即提高水稻穀粒充實期葉片氮素的含量，又認爲水稻穀粒充實期間葉片氮素含量較高者可減少葉面積指數與光合成速度的降低。IRRI(10)的報告也認爲水稻自開花趣收穫期有充分的葉面積指數可增加乾物重，而本試驗結果表4也顯示水稻穀粒充實期葉面積指數與乾物重呈顯著之正相關。因此適當施穗肥可提高水稻穀粒充實期之葉面積指數，增强乾物生產力。

由圖1可知一、二期作孕穗後各生育期水稻葉面積指數之變化情形與前報[2]孕穗後各生育時期之水稻葉片全氮濃度與葉色值遞減的趨勢很相似，這可能與葉片老化有關 Ray Chondhuri(13)認爲 Cytokinin 與 kinetin 可延遲水稻老化。使用植物 Hormone 有緩慢水稻葉片老化的可能。

育種方面建議育成穀粒充實期間水稻葉片不易老化並能保持適當葉面積指數與葉片氮素含量較高

之品種。由表二可知一、二期作秈稉稻於穀粒充實期間之葉面積指數在大部份的生育時期有顯著之品種間差異；而前報 (2) 所示，孕穗後各生育時期葉片的全氮濃度有極顯著之品種間差異。因此要使用穀粒充實期間仍保持較大之葉面積指數與較高葉片含氮量之品種爲育種材料不會困難。

## 引用文獻


1. 謝昱暲，1978。硝酸態氮及氨態氮對水稻羣落光合作用構成因子與產量構成因素的影響。科學發展月刊 VI (9)：828-841.
2. 蔡金川，1982。水稻葉色與葉片全氮濃度之品種間差異。中華農業研究31（3）：246—253。
3. 石塚喜明田中明，1963。水稻の榮養生理。養賢堂。
4. 津野幸人，1970。イネの科學——多收技術の見方考元方。農山漁村文化協會。
5. 村田吉男，1961。水稻の光合成とその栽培學的意義に關する的研究。農技研報 D11：1-169.
6. 松島省三，1975。稻作の改善と技術。養賢堂。
7. 武田友四郎、翁仁憲、縣和一，1980。水稻の子實生產に對する實肥の效果。日本作物學會九州支部會報 47 別册59—63。
8. 武田友四郎，岡三德　縣和一。1983　暖地にあける　水稻品種の物質生產に關する研究　第1報明治以降の新舊品種の乾物生產特性。日作紀52（3）：299—306。
9. International Rice Research Institute. 1964. Annual Report, pp. 54-57. Los Banos, Philippines.
10. InternationalRPice Research Institute 1970. Annual Peport, pp. 30-140. Los Banos, Philippines.
11. International Rice Research Institute 1973. Annual Peport, pp. 48-51 Los Banos, Philippines.
12. Murata, Y. and Z. Togari. 1972. Analysis of the effect of Climatic factor upon the productivity frice at different localities in Japan. Proc. Crop Sci. Soc Japan 41：372-387.
13. Ray, S. and M. A. Chondhuri 1981. Mobilizatian of Metabolites from leanes to grain as the Cause of Monocarpic senescence in Rice. Plant Physiol. 68：1345-1348.

# Studies on the Relationships Between Leaf Area Index and Yield in Rice Plants[1]

Jin-Chuan Tsai[2]

**Summary**

Fifteen Japonica and 15 Indica varieties were grown under natural conditions at the experiment farm of Taiwan Agricultural Research Institute in Wu-Feng, Taichung, to investigate the reelationships between leaf area index (LAI) at 4 stages (booting, heading, milk and dough-riping) and the yield and yield components.

The rsults showed that both the medium and late maturing varieties attained highest LAI value at booting stage and decreased thereafter, but a part of early maturing varieties reached maximum LAI value at heading state.

The LAI of Japonica varieties were significantly different at all stages except milk stage of the 2 nd crop. The LAI of Indica varieties at milk and dough-ripe stages of the 1st crop, booting and heading stages of the 2nd crop were also significantly different.

The LAI at the stages of heading through dough-ripe showed a significant positive correlation with yield and 1000-gram wight in both crop seasons and for both rice types, suggesting that the sufficient LAI could increase the grain yield.

1. Contribution No. 1152 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431 ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）33(2)：117～125（1984）

# 大豆植株之乾物質累積與分布[1]

王強生　曹文隆　劉大江[2]

**摘要**：本研究測定大豆重要生育期植株各部位（葉片、葉柄、莖桿、根、莢果壁與種子）乾重之變化情形，探討春、夏作大豆乾物質累積與分配之差異及與產量之關係。大豆植株自生育初期便逐漸累積乾物質，在營養生長期間，夏作營養器官乾重較高，當植株進入生殖生長期後，春作由於營養生長旺盛，反有較大的營養器官乾物累積。全株營養器官在 R4-R5，生殖器官在 R7 達最大乾物質累積量。夏作大豆之乾物質生產力較高，高雄3號與十石分別為 8,210 與 6,480 kg/ha，春作二品種分別僅有 6,340 與 4,130 kg/ha。

植株乾物質於各器官之累積與分配受生育期及期作間氣象因子之影響，主要差異出現於種子充實階段（R4 期後）。夏作乾物質分配效率較高，生殖器官（豆莢）所獲分配之乾物質較多，春作則反是，其營養器官反而有較大的乾物質分配比率。春、夏作氣象環境的極大差異影響農藝性狀表現，造成期作間植株的生理差異（包括乾物質生產力、營養生長與生殖生長之差異，種子充實速率及充實度等），進而影響最終產量，試驗結果建議乾物質生產力及植株內部乾物質分配效率是造成期作間產量差異的主要原因。

臺灣大豆可於春、夏及秋作栽培，然因大豆對環境因子之反應極為敏感，易受溫度，日照及其他氣象因子之影響而導致農藝性狀及產量之差異[3,4,5,16]。根據 1982年臺灣省農業統計年報，民國70年全省大豆單位面積產量以秋（裡）作最高，春作次之，夏作最低，然而臺中地區卻以夏作最高，春作次之，秋作最低；曾與黃[1]於臺中地區試驗亦得相同結果。

造成作物產量差異的原因很多，除上述各種氣象因子外，Nelder[17] 指出作物產量直接或間接受生育期間各種農藝性狀表現之影響，當營養生長與生殖生長有最合理配合時方有最高產量。Brevedan *et al.*[7] 指出大豆於生殖生長早期有大量（43%—81%）落花與落莢或莢果不飽滿現象發生，因而認為由於多數積儲同時需求大量養分（包括光合產物及營養要素），競爭的結果造成供源不足。Tanaka[19] 也認為此時期的供源能力（source capacity）為大豆產量的主要限制因子之一。這些試驗結果均顯示大豆在生殖生長早期，植株營養生長和生殖生長呈不平衡現象，因此限制種子產量。

乾物質累積（dry matter accumulation）是作物進行乾物質生產（dry matter production）之淨所得，而乾物重是作物乾物質累積最直接的表現；本試驗的主要目的在測定大豆不同生育期植株各部位乾物重的變化趨向，以探討臺中地區春、夏二期作大豆乾物質之生產、累積與分配之差異及與產量之關係。

## 材料與方法

試驗採用本省現行推廣栽培大豆品種十石（Shih-Shih, SS）與高雄3號（Kaohsiung No. 3, KS-3）為材料。夏作係於民國70年8月3日，春作係於71年2月8日播種於臺中縣霧峰鄉臺灣省農

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1153 號。本報告為第一作者碩士論文之一部分。
2.本所農藝系約僱技術員、助理研究員與研究員兼系主任。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

業試驗所試驗田。播種時每穴播 3－4 粒種子，而後於V2-V3期[10] 第一次取樣時間拔，每穴留 2 株，行株距春作爲50×10cm，夏作爲45×10cm。肥料用量爲N：$P_2O_5$：$K_2O$＝24：50：70 kg/ha，以基肥方式一次施於田間。每一期作均進行中耕除草，包括培土一次，定期噴施農藥以防治雜草與病、蟲害，並視需要適時灌溉，所有田間管理均按一般慣行栽培法進行。

本試驗採用逢機完全區集設計（RCBD），小區面積爲6×3m，重複六次。大豆出土後自V3期開始，每隔 10 天左右取樣一次，每次取樣以移植鏝自每一小區逢機挖取 40 株，將其中15株之葉片自葉柄著生部位以剪刀剪下，擦拭乾淨後以葉面積定儀（LI-3000 leaf area meter, LI-COR company, U. S. A）測定葉面積，然後將 40 株樣品依生育期區分爲葉片、葉柄、莖桿、根、莢果壁及種子等六部位，置於送風乾燥箱以 80°C 烘乾 48 小時，而後秤取乾重，各部位乾重之總和爲全株乾物重，葉片、葉柄及莖桿乾重之和爲地上部營養器官（shoot）之乾重， 而生殖器官之乾重包括莢果壁及種子之乾重。產量係於 R8 期每小區逢機收穫 60 株大豆之豆莢，烘乾後剝取種子秤量之，以此 60 株種子乾重換算單株產量，並估計每公頃產量（kg/ha）。

## 結　　果

本試驗中兩期作（70年夏作與71年春作）的氣象資料（圖 1），夏作大豆全生育期間溫度的變化係由生育初期之高溫轉變爲成熟期之低溫（26.5→17.6°C）， 而春作之變化則與夏作相反，全生育期間溫度逐漸升高（17.0→25.4°C）。 春、夏二期作每日日射量亦有明顯差異，並與溫度略有相同趨勢；夏作由高日射量逐漸減少，而春作則反是。夏作大豆生育早期雨量較多，而種子充實期間幾無降雨，春作於全生育期間雨量充沛，且種子充實期間適逢梅雨季節，每日雨量高達13.4mm 由三個氣象因子之變化情形顯示春、夏作大豆分別生長在差異極大的氣象環境裡，因此各種農藝性狀之表現及最終產量均可能受到重大影響。

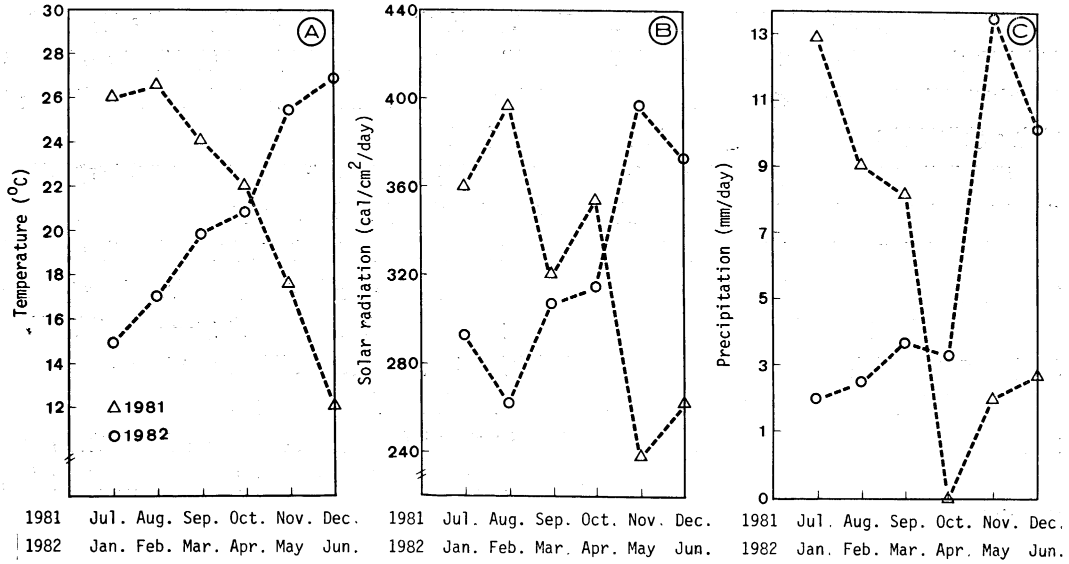



**Fig. 1.** Mean temperature (A), solar radiation (B) and precipitation (C) during the experimental period.

全生育期葉片乾重變化如圖 2A，高雄 3 號（KS-3）與十石（SS）二品種在不同期作表現不一致，高雄 3 號於夏作葉片生長迅速，R1 期已達最大乾重之一半，R4 期達最高峰，每株約 4.06 g，隨後因葉片老化、脫落而乾重逐漸減少，R8 期葉片已完全脫落；春作葉片早期生長較夏作緩慢，但R1-

R4 間乾重呈直線增加，並達最高值(4.55 g)，R6 期後葉片急速脫落，於R7期幾乎完全脫落。十石夏作葉片生長亦較迅速，R1-R4 期乾重增加最為迅速，而後緩慢增加，R6期才達最大值 (3.15 g)，隨

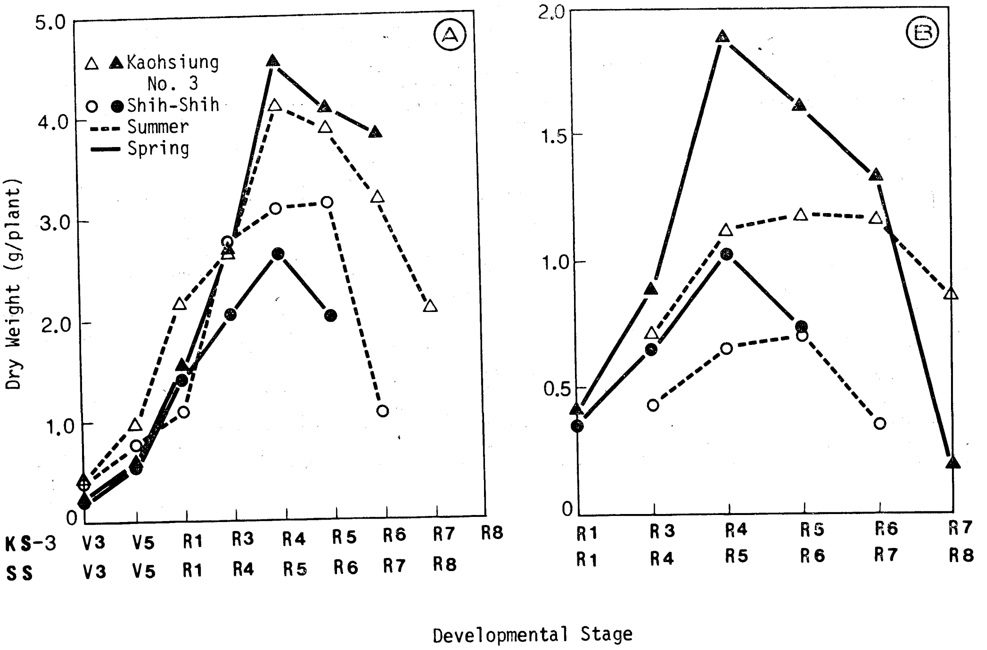



Fig. 2. Changes of dry weight of (A) leaf blade and (B) petiole of soybean plants at successive developmental stages in the summer (1981) and spring (1982) crop seasons.

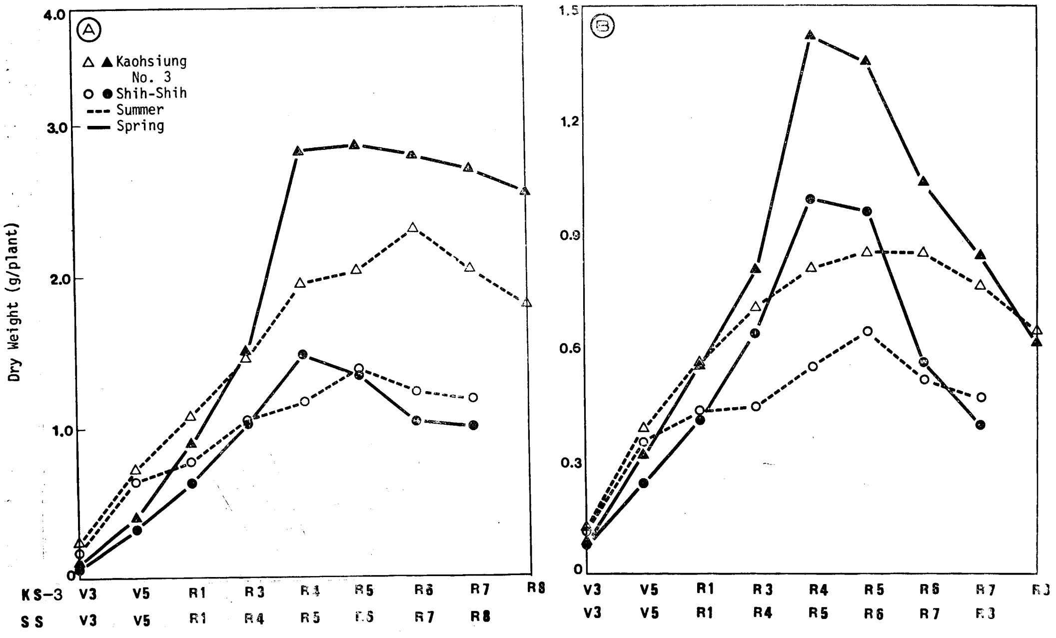



Fig. 3. Changes of dry weight of (A) stem and (B) root of soybean plants at successive developmental stages in the summer (1981) and spring (1982) crop seasons.

即迅速下降；春作之葉片乾重逐漸累積，於 R5 期達最大值（2.65 g）後葉片便開始脫落。二品種春作葉片老化、脫落皆較夏作早，且脫落較爲迅速。

葉柄的乾物質累積在期作間有明顯差異(圖 2 B)，春作乾重迅速增加且迅速下降，高雄 3 號與十石分別於 R4 及 R5 期達最大乾重(1.89 g 與 1.02 g)。夏作乾物質累積迅速率較慢，葉柄脫落時期也較晚；同一品種春作葉柄乾重較夏作高出很多，就高雄 3 號之最大乾重而言，夏作僅有春作之62%。

兩品種莖桿乾物重自植株出土後，逐漸增加，達最大值後於成熟時略有減少現象（圖 3 A）。春作高雄 3 號有最大莖桿乾重，每株約達 2.83 g，而十石品種春、夏差異不大。

由圖 3 B 知根部乾物質的累積有明顯期作差異，夏作二品種乾物重平緩的增加，然後又緩慢下降，而春作根部乾重於 R1 期後迅速增加，高雄 3 號與十石分別於 R4 期及R5 期達最大乾重，皆較夏作爲早，且又有較大乾重，然而在種子充實期春作乾重下降較快亦較早，收穫時夏作反有較大根重。

豆莢、莢果壁及種子乾重之變化示於圖 4 ，夏作二品種豆莢乾物質在R4-R6間呈直線累積且皆於R7期達最大值，高雄 3 號與十石每株分別爲12.5 g 及9.2 g；春作豆莢發育較爲緩慢，乾物質累積量亦較夏作小，高雄 3 號及十石之最大乾重依次只有 8.3 g 與5.3 g，期作相差甚大（圖 4 A）。將豆莢區分爲莢果壁（圖 4 B）與種子（圖 4 C）後發現，夏作豆莢自形成後莢果壁乾重迅速增加而達最大值，高雄 3 號於 R5期爲 5.1 g，十石於 R6期爲4.1 g，而後隨種子充實乾重迅速減少，十石品種

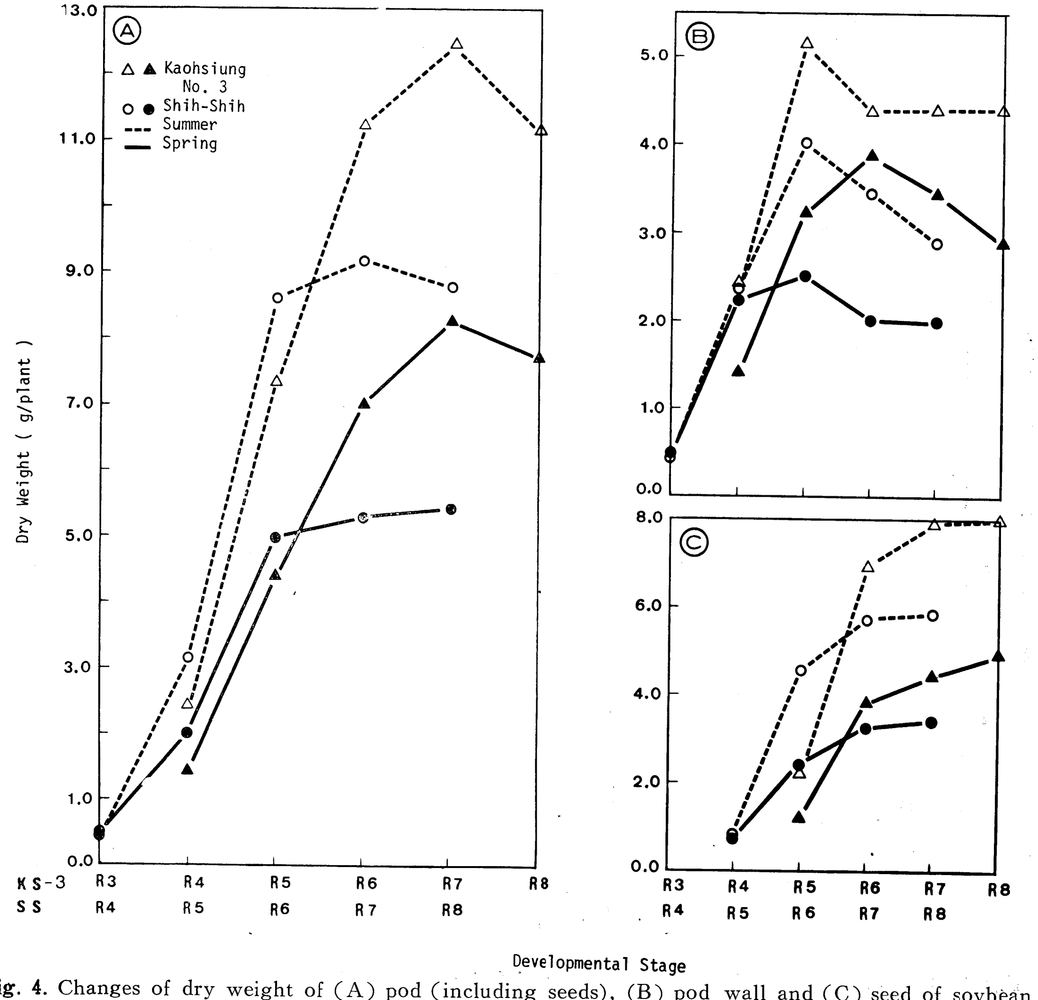



**Fig. 4.** Changes of dry weight of (A) pod (including seeds), (B) pod wall and (C) seed of soybean plants at different reproductive stages in the summer (1981) and spring (1982) crop seasons.

較爲顯著，而高雄3號於末期略有回升。春作莢果壁乾物重增加之幅度較小，且其最大值出現較晚，高雄3號於R6期爲3.9 g，十石於R6期爲2.5 g，接近成熟時乾重亦有顯著下降。種子乾物重於R5-R6間增加最迅速，夏作增加幅度又較春作大，其中夏作高雄3號由 2.2 增至6.9 g，十石由0.8 增至4.6 g，春作高雄3號由1.2增至3.7g，十石由0.8增至2.8g。R7期夏作二品種已達最大乾重，而春作仍有持續增加之傾向。估計種子產量發現明顯的期作性差異，夏作高雄3號每公頃產量爲 3,500 kg 十石爲 2,570 kg，而春作分別只有 1,940 kg及 1,360 kg。

同一品種地上部營養器官總乾物質之累積模式於不同期作有相同趨勢(圖 5A)，夏作高雄3號在R1期前的乾物質累積量較春作高，但R3期後反以春作較高，兩期作皆在R5期有最大的營養器官乾物重，且春作每公頃較夏作多 560 kg。反觀十石品種之春、夏作差異，不但不若高雄3號明顯，自R5期後夏作反有較大乾物質累積。

全株總乾物重之變化趨勢，品種和期作之表現都很一致(圖 5B)；皆自出土後開始逐漸累積，且都在 R6 期達最大乾物重，而後因地上部營養器官的脫落而有下降現象。估計生育期內每公頃最大乾物質生產量發現高雄3號於夏作爲 8,210 kg，春作僅有 6,480 kg；而十石品種夏、春作分別爲 6,340 kg與 4,130 kg，二品種期作間之差異依次爲 1,730 kg與 2,210 kg，夏作乾重遠較春作高。

大豆不同器官佔全株總乾重之比率，一般而言，在 R4 期豆莢發育完成以前，葉片佔全株乾物質生產的大部份，其次爲莖稈，根部所佔比率最小， R4 期後豆莢取代葉片成爲乾物質生成量的主要累

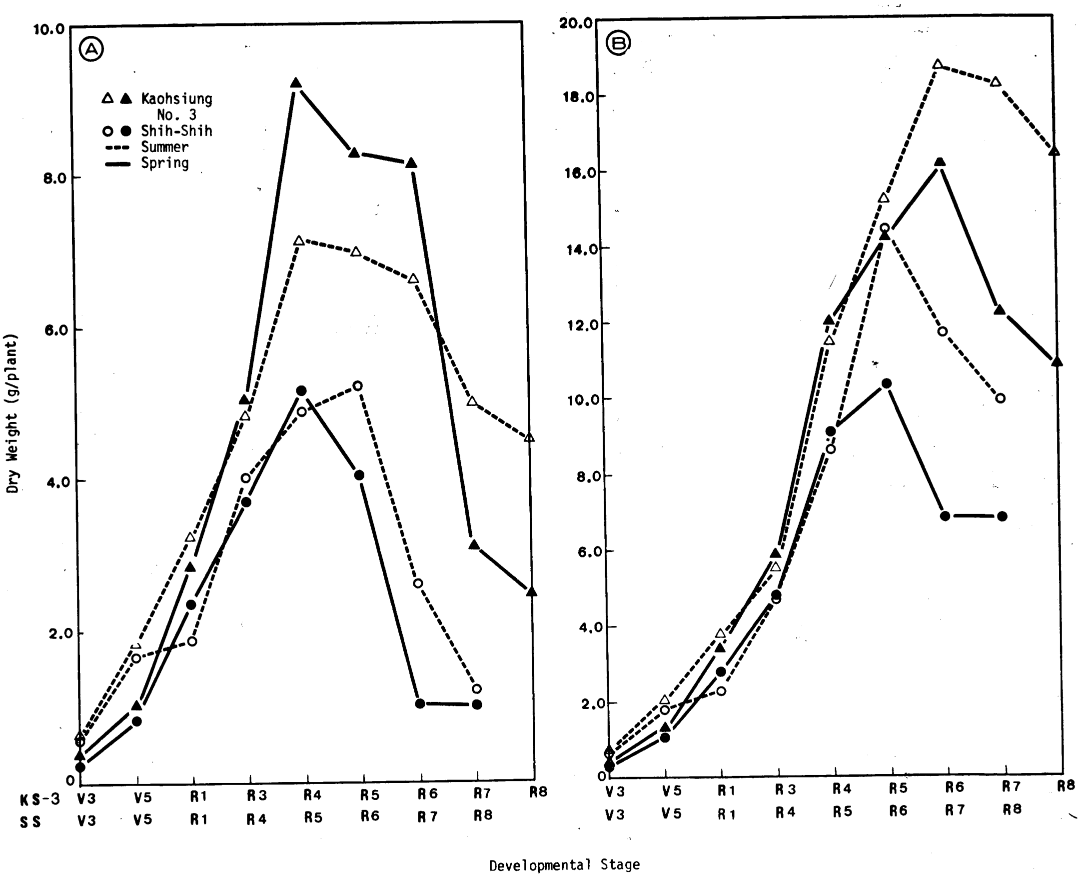



**Fig. 5.** Changes of dry weight of (A) shoot (excluding pods) and (B) whole plant of soybeans at different developmental stages in the summer (1981) and spring (1982) crop seasons.

積部位。全株最大乾物累積期(R6 期)營養器官及生殖器官所佔全株乾物質之分配比率示於表 1 ，春、夏作植株乾物質於營養器官及生殖器官之分配有明顯的差異；春作營養器官所佔全株乾物質之分配比率遠較夏作高，其中高雄 3 號春作爲 56.8%，而夏作僅佔 39.8%，十石品種春、夏作分別爲 50.3%及 40.6%。反之，夏作乾物質分配至生殖器官的比率均遠高於春作，二品種所佔比率皆高達 60%，而春作尙不及50%。若將豆莢細分爲莢果壁及種子，更可明顯發現，主要差異乃是在於乾物質至種子之分配比率。進一步比較收穫期種子乾重對莢果壁乾重之比率並用以估計種子充實度，得知高雄 3 號夏作爲 1.8，春作僅爲 1.6 ，而十石品種夏作和春作分別爲 2.0 及 1.6 ，顯示夏作大豆較春作有較高的種子充實度。

**Table 1.** Partition of dry matter at R6 stage (g/plant) among different organs of soybean varieties grown in the summer (1981) and spring (1982) crop seasons

| Variety | Crop Season | Shoot | Root | Pod Wall | Seed | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kaohsiung No. 3 | Summer<br>Spring | 6.59(35.3%)<br>8.17(50.5%) | 0.84(4.5%)<br>1.03(6.3%) | 4.35(23.3%)<br>3.25(20.1%) | 6.88(36.9%)<br>3.74(23.1%) | 18.66(100.0%)<br>16.19(100.0%) |
| Shih-Shih | Summer<br>Spring | 5.21(36.1%)<br>4.03(40.7%) | 0.64(4.5%)<br>0.96(9.6%) | 4.01(27.8%)<br>2.50(25.3%) | 4.56(31.6%)<br>2.42(24.4%) | 14.42(100.0%)<br>9.91(100.0%) |

## 討 論

夏作栽培之高雄 3 號大豆在R1期以前的營養生長較春作迅速，也有較多之乾物質累積，應爲夏作溫度較高所致。但R3以後春作由於溫度升高，營養生長旺盛，各部位之乾物質累積反超過夏作，以高雄 3 號營養器官乾物重最高之R4期爲例（圖5A），夏作爲 3,130 kg/ha，春作則高達 3,690 kg/ha，但上述營養生長的差異並無法直接表現於產量，夏作莢果之生長明顯優於春作，R7期莢果飽滿時之乾物重在夏作爲 5,490 kg/ha，春作僅有 3,310 kg/ha，差距甚大，曾與李[2] 指出春作大豆生殖生長時之營養生長亦旺盛，但爲時甚短且葉片迅速脫落，導致生殖生長與營養生長不平衡而影響產量。Tanner and Ahmed[20] 亦認爲大豆植株營養生長良好，植株高大且莖葉茂盛，却不一定會有較高的產量。十石品種各營養器官之乾物質累積對期作之反應不同，葉片乾重除 R1 外，皆以夏作較高，此一結果與高雄 3 號相反。葉柄乾物重累積與葉片相反，以春作較高，可能因爲春作葉柄較夏作爲長所致[1]。莖桿乾物重除 R4 期以春作略高外，其他各生育期均以夏作較高，根部以春作之生長較優勢，而有較多乾物質累積。比較二期作十石品種地上部營養器官乾物質累積（圖5A）知，於 R5期前二期作相差不大，但 R5 期後由於春作葉片與葉柄迅速脫落與莖桿及根部乾重減少之影響，夏作較春作有較多之乾物質，亦即自種子迅速充實期開始，夏作維持有較大的生長優勢。

由圖4 A知大豆莢果自形成後（R4）乾物重迅速增加，二品種在春、夏作乾物質累積趨勢相同，受期作影響非常小；亦即種子在R4-R6期間乾物質呈直線之累積，與 Hanway and Weber[13,14] 之結果相似，而 R6-R7之乾重增加緩慢，終達最大乾重；Fehr *et al.*[9], Gbikpi and Crookston[11] 與 Tekrony *et al*,[21] 認爲R7期爲大豆之生理成熟期。比較春、夏作莢果之乾物生成量發現高雄 3 號夏作爲 5,490 kg/ha，春作僅有 3,310 kg/ha，夏作高出 2,810 kg/ha；十石品種春、夏作莢果重分別爲 2,120 及 4,040 kg/ha，夏作較春作高 1,920 kg/ha。將莢果區分爲莢果壁及種子發現莢果壁自 R4期乾重迅速增加，俟達最高後隨即下降，而此一下降期適爲種子乾重迅速增加，Thorne[22] 與 Pearen and Hume[18] 指出此爲莢果壁乾物質再分佈至種子所致。莢果壁乾物重亦以夏作較高，二品種有相同結果。種子充實期乾物質累積之型式，於本試驗中無論期作或品種並無如 Gbikpi and Crookston[21] 發現的三個明顯時期，其中 lag phase 在本試驗並不明顯，可能主要與採樣時間間隔較長有關，另外可能臺灣的大豆生育期較短；莢果發育迅速(R1-R4期短)，使得lag phase不明顯。種子直線充

實期出現於 R5-R6 間，其長短爲決定產量最重要的因子[12]，而本試驗中此時期約僅11—14天，與 Hanway and Weber[13]之25天相差甚大，可能爲本省大豆產量偏低之原因。此外本試驗發現 R6-R7間充實速率已緩慢，似乎爲第二次 lag phase，二期作中又以春作較明顯，可能亦會影響產量。R7-R8 爲持平期，以夏作較爲明顯，顯示夏作種子似乎已達最大乾物累積。比較R8期二期作種子乾重與莢果壁乾重之比例發現，高雄 3 號夏作爲1.8，春作爲1.6，十石品種夏、春作分別爲 2.0及1.6 均以夏作較高，顯示夏作種子有較大充實度，此項結果與中興大學糧食作物研究所郭寶錚之試驗結果（未發表）相吻合。比較收穫期（R8）種子產量，高雄 3 號夏作爲 3,560 kg/ha，春作僅有 1,940 kg/ha；十石品種夏、春作分別爲 2,570 及 1,360 kg/ha，夏作產量遠較春作高。由上述現象可知，春、夏作植株乾物質之分配有顯著的差異，其中尤以生殖生長期的生殖器官（果莢、種子）與營養器官（葉片、葉柄與莖桿）間分配的差異最大，春作乾物質分配至生殖器官之效率較差，種子乾物質之分配遠較夏作爲少，這可能是造成春、夏作產量差異的重要原因。

就全株總乾物質累積變化情形而言，兩品種於春、夏二作均於 R6 期達最大乾物累積，高雄 3 號夏作 8,210 kg/ha，春作爲 6,480 kg/ha，夏作高出 1,730 kg/ha，而十石品種於 R5 期後夏作因莢果的影響而有較大全乾物重，全生育期最大乾物生產量夏作爲 6,340 kg/ha，春作爲 4,130 kg/ha，夏作高2,210 kg/ha。由此顯示夏作有較大的生產力，Johnson and Major[15]指出種子產量和生物產量成正相關，因而認爲增加全乾物重可以增加種子產量。

由試驗結果發現，營養生長期全株各部位乾物重之分配皆以葉片所佔比率最大，於R1期(V7-V8期）可達45—50%，莖桿次之，介於23—34%之間，根部佔全乾重之比率最少，約在14.7—18.6%間，此一結果與Hanway and Weber[13]之報告略有出入（葉片 55%,葉柄 14%，莖桿 31%），可能因爲其全乾物重並不包括根重所致，如將本試驗結果改以氏等之方式（根重不計）表示，則所得之結果極爲相近；由此顯示大豆於營養生長期間，葉片爲乾物質的主要分配部位。

當植株進入生殖生長期後，全株乾物質分配型式發生重大改變，葉片、葉柄及莖桿等營養器官所佔全乾物重之比率逐漸減少，生殖器官(莢果)成爲乾物質的主要累積部位，以 R6 期（種子充實中期，亦即全株最大乾物累積時期)爲例(表 1 )，夏作莢果佔總乾物重之 60% 左右，春作約爲 45—50%，反之，葉片所佔全乾物重之比率大幅降低，但仍爲營養器官中之最高者，約在 17—24%之間,莖稈又次之（10—17%），葉柄與根部相當，約在 5 — 9 %之間。種子充實期間，營養器官佔全株乾重之比率大幅降低，且其乾重絕對值亦有減少，顯示可能有再轉移之情形發生，Egli *et al.*[8]報告，除了葉片之外，莖與葉柄亦能提供種子發育所需之部份養分。由試驗結果顯示夏、春二作於生殖生長期營養器官與生殖器官乾物質分配型式有很大差異，夏作乾物質分配至生殖器官之比率較高，Beuerlein and Pendleton[6] 指出營養部位乾物質的過度生產不一定會降低種子產量，但是乾物質分配較佳時種子產量會增加。

## 引用文獻

1. 曾富生、黃朋學・1976・大豆伸育性之育種學研究。有限型與無限型品種農藝性狀在不同栽培環境之變異。中華農學會報　新93：43—54。

2. 曾富生、李茂昇・1976・大豆伸育性之育種學研究 X. 有限型與無限型品種在不同栽培季節及密度下產量形成過程之差異。科學發展 4（10）：5—43。

3. 盧英權・1953・臺灣大豆品種對栽培季節之適應性。農林學報 2：99—107。

4. 盧英權・1954・大豆品種在臺灣對栽培季節的適應性研究（第 2 報）。農林學報 3：19—42。

5. 盧英權、蔡國海・1956・大豆品種之播種期試驗。農林學報 5：16—38。

6. Beuerlein, J. E. and J. W. Pendleton. 1971. Photosynthetic rate and light saturation curves of individual soybean leaves under field conditions. Crop Sci. 11 : 217-219.

7. Breveden, R. E., D. B. Egli and J. E. Leggett. 1978. Influence of N nutrition on flower and pod abortion and yield of soybeans. Agron. J. 70 : 81-84.

8. Egli, D. B., J. E. Leggett and W. G. Duncan. 1978. Influence of N stress on leaf senescence and N redistribution in soybeans. Agron. J. 70 : 43-47.

9. Fehr, W. R., C. E. Caviness and J. J. Vorst. 1977. Response of indeterminate and determinate soybean cultivars to defoliation and half-plant cut-off. Crop Sci. 17 : 913-917.

10. Fehr, W. R. and C. E. Caviness. 1977. Stages of soybean development. Special report 80, Cooperative Extension Service, Iowa State Univ.

11. Gbikpi, P. J. and P. K. Crookston. 1981a. A whole-plant indicator of soybean physiological maturity. Crop Sci. 21 : 469-473.

12. Gbikpi, P. J. and R. K. Crookston. 1981b. Effect of flowering date on accumulation of dry matter and protein in soybean seeds. Crop Sci. 21 : 652-655.

13. Hanway, J. J. and C. R. Weber. 1971a. Dry matter accumulation in eight soybean (*Glycin max* (L.) Merrill). Agron. J. 63 : 227-230.

14. Hanway, J. J. and C. R. Weber. 1971b. Dry matter accumulation in soybean (*Glycin max* (L.) Merrill) plants as influenced by N, P and K fertilization. Agron. J. 63 : 263-266.

15. Johnson, D. R. and D. J. Major. 1979. Harvest index of soybeans as affected by planting date and maturity rating. Agron. J. 72 : 538-541.

16. Lu, Y. C., K. H. Tsai and H. I. Oka. 1967. Studies on soybean breeding in Taiwan. 2. Breeding experiments with successive hybrid generations grown in different seasons. Bot. Bull. Acad. Sinica. VIII : 80-90.

17. Nelder, J. A. 1963. Quantitative genetics and growth analysis. *In* Statistical genetics and plant breeding (W. D. Hanson and F. H. Robinson ed). Natl. Acad. Sci., Natl. Res. Council, Washington, D. C.

18. Pearen, J. R. and D. J. Hume. 1981. 14-C labelled assimilate utilization by soybeans grown with three nitrogan sources. Crop Sci. 21 : 938-942.

19. Tanaka, A. 1980. Source and sink relationship in crop productions. Tech. Bull. No. 52, FFTC. Taipei .

20. Tanner, J. W. and S. Ahmed. 1974. Growth analysis of soybean treated with TIBA. Crop Sci. 14 : 371-374.

21. Tekrony, D. M., D. B. Egli and G. Henson. 1981. A visual indicator of physiological maturity in soybean plants. Agron. J. 73 : 553-556.

22. Thorne, J. H. 1979. Assimilate redistribution from soybean pod walls during seed development. Agron. J. 71 : 812-816.

# The Accumulation and Distribution of Dry Matter in Soybean[1]

C. S. Wang, W. L. Tsaur and D. J. Liu[2]

## Summary

Two soybean varieties, Kaohsiung No . 3 (KS-3) and Shih-Shih (SS), were grown in the summer crop of 1981 and spring crop of 1982 at the experimental farm of Taiwan Agricultural Research Institute. Dry weight of various plant parts was determined to investigate the differences of dry matter accumulation and partitioning pattern between two crop seasons and their relation to seed yield.

The vegetative organs (leaf blade, petiole, stem and root) attained maximum dry weight at R4 whereas the reproductive organ (pod) attained maximum dry weight at R7 stage. With the only exception of seed, all the other organs showed decreases in dry weight during seed-filling as a results of senescence, abscission and redistribution of dry matter. Highest total dry weight of KS-3 and SS recorded in the summer crop was 8,2 10 and 6,480kg/ha, respectively. The corresponding values in the spring crop were 6,340 and 4,130 kg/ha. Soybeans grown as a summer crop accumulated more dry matter than those grown as a spring crop.

Dry weight of all the vegetative organs was higher for the spring crop during most of the developmental period. However, seed yield in the summer crop was higher than that in the spring crop. Soybeans grown in the summer crop had a higher efficiency in partitioning dry matter to the reproductive organ than soybeans grown in the spring crop.

High dry matter production and partitioning efficiency in the summer crop and heavy rainfall and low solar radiation during seed-filling period of the spring crop were suggested as factors causing the significant yield difference between the two crop seasons.

---

1. Contribution No. 1153 from Taiwan Agricultural Research Institute. Part of a thesis submitted by the senior author in partial fulfillment of the requirement for the M. S. degree.
2. Respectively, project assistant, assistant agronomist and senior agronomist and head, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 33(2) : 126~131 (1984)

# 百香果的花葯培養[1]

蔡新聲 許家言 楊翠蘋 楊昭容[2]

**摘要**：本研究之目的乃利用花葯培養的技術，將百香果型質極雜之親本及雜種 $F_1$ 育成純系，供育種選拔之用。花葯培養之初步結果如下：

一、百香果花葯培養 callus 形成之最佳時期為，小胞子發育屬四分子期至早單核期之花葯，最佳培養基為含有 6 %蔗糖，2mg/l NAA 及 1mg/l BA 之 1/2 Murashige & Skoog (1962) 基本鹽類固體培養基，callus 之誘導與光照關係不大。

二、以多種 auxins, cytokinins 及 ABA 等植物荷爾蒙組合 MS 基本鹽類之數十種分化培養基，進行花葯 callus 分化器官之誘導，只有極少數根的形成。花葯 callus 之來源尚未鑑定。

百香果 (*Passiflora edulis*) 栽培容易，果汁風味極佳，是飲料界的寵兒，國際市場上供不應求。本省氣候適中，復有廣大山坡地可資利用，故發展潛力大。目前百香果栽培面臨毒素病為害及授粉率太低兩大問題，均有賴以育種予以克服。由於紫色在來種果實雖小，但具有自花授粉之優點，而黃色大果種雖味香、果大，但却屬異花授粉，結實需賴人力或特定昆蟲媒介十分不便；組合大果、香味及自花授粉之優良特性於同一品種是育種的主要目標(1,2)。靠傳統雜交與選拔的方式培育，約需 7－8 年之長時間，不合眼前急需，雜交種花葯培養單倍體形成再倍加染色體成純系的技術，可克服育種時間過長的缺點；又經由花葯培養可育成純系，以生產雜交$F_1$種子，且病毒之問題亦可因種子繁殖而迎刃解決，實一舉數得(3)。本研究之目的乃找出誘導百香果培養花葯形成單倍體之最適花葯培養期、最佳培養基及與培養成效有關之其它因子，以供實際從事育種工作之參考。

## 材料與方法

花葯培養所用材料為紫果種〔(*Passiflora edulis*, Sims)×黃果種(*P. edulis f. flavicarpa* Deg.)〕×黃果種♂之雜種$F_1$分別在民國71年 9 月及11月採自嘉義、鳳山分所及臺東改良場。

試驗初期採取雜種 $F_1$ 不同大小之花蕾，以醋洋紅壓潰法檢定小胞子之發育時期(16)，再以檢定所得花蕾大小，做為小胞子不同發育時期的指標。每次試驗所採之百香果花蕾，約經10°C低溫貯藏 5 小時後(由鳳山、嘉義取樣至農試所)，以10% clorox (含0.525%NaClO) 消毒10分鐘，再以無菌水清洗數次後，將花藥自花蕾中取出，接種於培養基上。基本培養基採用含有 6 %蔗糖，0.8% phytagar, 0.4mg/l thiamine. HCl 及 100mg/l inositol 之 Murashige and Skoog(9) 基本鹽類之配方。pH 先調整為5.7±0.1，以15 lb/in$^2$, 121°C之高溫高壓殺菌15分鐘。花葯的採取需特別小心，以避免花葯壁等體細胞組織受到傷害；將所採取之花葯培養於含有 10ml 培養基之 25×120mm 試管內，並於 27°±1°C 的恆溫，以黑暗或 1,500 lux，每日16小時之照光下培養，花葯癒傷組織誘導植物體分化之試驗均行照光處理。

---

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第 1154 號。本研究承農發會〔72農建—4.1—產—102(3)〕及國科會〔NSC73—0405—B055—04〕補助，試驗材料承嘉義、鳳山試驗分所及臺東改良場提供，謹此申謝。

2.本所研究員、助理、助理研究員及約僱技術員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

## 結　果

以三種植物荷爾蒙在數種不同濃度下組合而成表1之八種不同培養基，測定誘導百香果$F_1$雜種花藥形成callus之效果，結果如表1及表2顯示，不管培養的花藥爲中單核期或晚單核期，都以 2mg/l NAA 及 1mg/l BA 組合之培養基最好，1mg/l NAA 及 0.5mg/l BA 之培養基次之，其餘不含植物荷爾蒙，或僅單獨含有 NAA, BA, Kinetin 之培養基，均沒有花藥 callus 產生。對callus的誘導效率，Kinetin 不及 BA。

**表1.**　植物荷爾蒙對百香果$F_1$雜種中單核期之花葯誘導 callus 形成之效應

**Table 1.** The effects of plant hormones on callus formation from passion fruit anther cultured at middle-uninucleate pollen stage

| Media No. | Conc. of plant hormones (mg/i) | | | No. of anther cultured | No. of anther producing callus | % of anther producing callus |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | NAA | BA | Kinetin | | | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0.5 | 0 | 35 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 1.0 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| 4 | 1.0 | 0 | 0 | 45 | 0 | 0 |
| 5 | 1.0 | 0.5 | 0 | 35 | 2 | 5.7 |
| 6 | 2.0 | 0 | 0 | 35 | 0 | 0 |
| 7 | 2.0 | 1.0 | 0 | 80 | 36 | 45.0 |
| 8 | 2.0 | 0 | 1.0 | 40 | 0 | 0 |

Culture began on Sep. 10, 1982.
Duration of culture : 50 days.
Basal medium : 1/2 MS salts with 6% sucrose.

花藥培養 callus 之能否形成，常決定於培養花葯小胞子之發育時期，表3爲以含 2mg/l NAA. 1mg/l BA 及6%蔗糖之 1/2,MS基本鹽類培養基,培養百香果五種不同小胞子發育時期花葯所得之結果。資料顯示四分子期至早單核期之花葯 callus誘導率高達45—46%,隨着花葯的成熟，形成 callus 的能力降低。

爲了測定百香果花葯 callus 形成與光照之關係，以四種不同發育時期之花葯，培養於 2mg/l NAA, 1mg/l BA 及6%蔗糖之 1/2 MS 基本鹽類培養基，分別置照光（1,500 lux，每日 16hr,）與黑暗下培養，結果如表4顯示，不論照光與否，callus 的形成都以四分子期的花葯最佳，照光與不照光分別爲57.8%及50.8%，似乎照光處理優於不照光者，但統計分析結果二者並沒差異。

由表1—4之結果得知，誘導百香果花葯產生 callus 之最適培養基爲含有2mg/l NAA, 1mg/l BA及6%蔗糖之 1/2 MS 基本鹽類培養基，最適培養期爲小胞子發育屬四分子期至早單核期之花葯。

爲了促使百香果花葯callus產生植物體的分化，以含有 NAA, BA, Kinetin 及 ABA 等四種植物荷爾蒙，在數種不同濃度組合下之13種基本 MS 鹽類培養基，測定其對花藥 callus 分化器官之效果，結果發現百香果之花藥 callus 極難形成器官，雖經多次重覆試驗，改用不同濃度之其它植物荷爾蒙處理，均始終無法獲得胚或芽體等器官之形成，僅有極少數（二個）形成類似根之組織。

表2. 植物荷爾蒙對百香果$F_1$雜種晚單核期之花藥誘導 callus 形成之效應

**Table 2.** The effects of plant hormones on callus formation from passion fruit anther cultured at late-uninucleate pollen stage

| Media No. | Conc. of plant hormones (mg/l) | | | No. of anther cultured | No. of anther producing callus | % of anther producing callus |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | NAA | BA | Kinetin | | | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0.5 | 0 | 45 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 1.0 | 0 | 45 | 0 | 0 |
| 4 | 1.0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| 5 | 1.0 | 0.5 | 0 | 50 | 5 | 10.0 |
| 6 | 2.0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| 7 | 2.0 | 1.0 | 0 | 85 | 10 | 11.7 |
| 8 | 2.0 | 0 | 1.0 | 45 | 2 | 4.4 |

Culture began on Sep. 10, 1982.

Duration of culture : 50 days.

Basal medium : 1/2 MS salts with 6% sucrose.

表3. 小胞子發育時期對百香果$F_1$雜種誘導花葯 callus 形成的影響

**Table 3.** The percentage of callus formation from passion fruit anthers cultured at different developmental stages of microspores

| Microspore developmental stage | No. of anther cultured | No. of anther producing callus | % of anther producing callus |
|---|---|---|---|
| Tetrads | 227 | 106 | 46.6 |
| Early-uninucleate | 80 | 36 | 45.0 |
| Mid-uninucleate | 195 | 26 | 13.3 |
| Late-uninucleate | 85 | 10 | 11.7 |
| Binucleate | 105 | 20 | 19.0 |

Culture began on Sep. 10, 1982.

Duration of culture : 50 days.

Basal medium : 1/2 MS salts supplemented with 2mg/l NAA, 1mg/l BA and 6% sucrose.

表4. 光照及花粉發育時期對百香果雜種$F_1$花葯 callus 形成之影響

**Table 4.** Influence of illumination on callus formation from passion fruit anthers cultured at different developmental stages of microspores

| Microspore developmental stage | No. of anther cultured | No. of anther producing callus | % of anther producing callus |
|---|---|---|---|
| Dark condition | | | |
| Tetrads | 120 | 61 | 50.8 |
| Early-uninucleate | 100 | 28 | 28.0 |
| Mid-uninucleate | 90 | 24 | 26.6 |
| Late-uninucleate | 100 | 33 | 33.0 |
| Light condi ion | | | |
| Tetrads | 95 | 55 | 57.8 |
| Early-uninucleate | 50 | 22 | 44.0 |
| Mid-uninucleate | 70 | 20 | 28.5 |
| Late-uninucleate | 95 | 16 | 16.8 |

Culture began on hou. 4, 1982.

Duration of culture : 50 days.

Basal medium : 1/2 MS salts supplemented with 2mg/l NAA, 1mg/l BA and 6% sucrose.

## 討　　論

植物荷爾蒙之有無是花葯培養能否誘致單倍體的最重要外在因子之一。每種作物或品種的花葯培養對培養基之要求各異，大抵依所需植物荷爾蒙之有無可將作物分成二大類：（1）只含基本的有機、無機鹽類就可誘導花葯形成單倍體，典型的例子如菸草等許多茄科作物 (11.12.14)；（2）除了基本鹽類外，尚需添加植物荷爾蒙才可誘導單倍體形成，大部分的禾本科作物如水稻 (4.10.17.19) 小麥.(18) 玉米.(6) 及大麥.(5) 等均屬此類，百香果之花葯需 2mg/l NAA 及 1mg/l BA 配合才可誘導 callus 形成，其未來單倍體形成之路徑應屬此類。

一般作物花葯培養適當的時期，介於四分子期至花粉第一次有絲分裂剛完畢之早雙核期間，例如菸草培養四分子期之花葯，單倍體形成率極低，單核期以後之花葯則單倍體誘導力直線上升，至花粉第一次有絲分裂達到最高，而後又急遽下降 (12.13.15)；百香果則顯示與菸草相反之結果，以四分子期最高，隨着花藥的成熟而 callus 誘導率降低，這種差異可能因各種作物具有不同之因子型所致；例如利用不同品種的菸草花葯培養於不同的培養基上，單倍體可成功的自四分子期的花葯獲得。目前花葯培養之適期早於四分子期之作物不多，如 Gresshoff 及 Doy (7,8) 報導蕃茄及 *Arabidopsis thaliana* 以減數分裂期的花葯最好。

百香果花藥 callus 誘導器官之形成，雖經多種荷爾蒙在不同濃度組合下之數十種培養基測定，但仍未成功，目前只有極少之 callus 形成類似根之分化，這種情形與甘藷花葯 callus 之分化情形極為相似，試測多種誘導體胚形成之有效植物荷爾蒙，尋找其適當的濃度是未來努力的方向。

花葯 callus 有可能來自細胞壁、花絲及絨氈層等體細胞，本研究百香果花葯 callus 之來源，正利用石蠟切片法及細胞學鑑定法進一步測定中。

## 引用文獻


1. 張振宙・1974・黃百香果（西番果）在臺灣開花不實原因之硏究。臺灣農業10（2）：79—89。
2. 張振宙・1976・百香果優良品種比較及授粉方法之研究。臺灣農業12（2）：72—77。
3. 蔡新聲・1980・花藥培養單倍體植物之形成及應用。科學農業28（11—12）：379—396。
4. Chen, C. C. and C. M. Chen. 1979. A method for anther culture of rice. TCA Manual 5：1051-1053.
5. Clapham, D. 1973. Haploid *Hordeum* plants from anthers *in vitro*. Z. Pflanzenzucht 69：142-155.
6. Genovesi, A. D. and G. B. Collins. 1982. In vito production of haploid plants of corn via anther culture. Crop Sci. 22：1137-1144.
7. Gresshoff, P. M. and C. H. Doy. 1972. Haploid *Arabidopsis thaliana* callus and plants from anther culture. Aust. J. Biol. Sci. 25：259-264.
8. Gresshoff, P. M. and C. H. Doy. 1972. Development and differentiation of haploid *Lycopersicon esculentum* (Tomato). Planta 107(2)：161-170.
9. Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Physiol. Plant. 15：473-497.
10. Niizeki, H. and K. Oono. 1971. Rice plants obtained by anther culture. *In* Les cultures de tissues des plantes. Colloq. Intl. CNRS (Paris) 193：251-257.
11. Nitsch, J. P. 1971. La production in vitro Dembryons Haplodes：Resultats et perspectives. Colloques Internation aux CNRS No. 193-Les cultures de tissus de plantes 281-294.
12. Nitsch, J. P. 1969. Experimental androgenesis in *Nicotiana*. Phytomorphology 19(4)：389-404.
13. Nitsch, J. P. and C. Nitsch. 1969. Haploid plants from pollon grains. Sci. 163：85-87.
14. Sunderland, N. 1974. Anther culture as a means of haploid induction. *In* Haploids in higher plants：advances and potantial. Ed. by Kasha, K. J. pp. 91-122. Guelph, Univ. Guelph.
15. Sunderland, N. and F. M. Wicks. 1969. Cultivation of haploid plants from tobacco pollen. Nature 224：1227-1229.
16. Tsay, H. S. 1980. Strong acid treatment for making smears of tobacco microspores. J. Agric. Res. China 29(2)：103-106.
17. Tsay, H. S., L. J. Chen, T. H. Tseng and P. C. Lai. 1982. The culture of rice anthers of japonica ×indica crosses. Proc. 5th Intl. Cong. Plant Tissue and Cell Culture. pp. 561-562. Tokyo, Japan.
18. Wang, C. C., C. C. Chu, C. S. Sun, S. H. Wu, K. C. Yin and C. Hsu. 1973. The androgenesis in wheat (*Triticum aestivum*) anthers cultured in vitro. Sci. Sinica 16：218-222.
19. Woo, S. C. and I. J. Tung. 1972. Induction of rice plants from hybrid anthers of *Indica* and *Japonica* cross. Bot. Bull. Acad. Sinica 13：67-70.

# Anther Culture of Passion Fruit (*Passiflora edulis*)[1]

H. S. Tsay, J. Y. Hsu, T. P. Yang and C. R. Yang[2]

## Summary

The aim of this research is to establish the procedures of haploid plant formation from anther culture of passion fruit $F_1$ hyhrids. The results are summarized as follows :

1. Passion fruit anthers containing microspores at tetrads to early-binucleate stages were successfully cultured in 1/2 strength of Murashige and Skoog (1962) medium (except Na-Fe-EDTA) supplemented with 2mg/l NAA (Naphthaleneacetic acid), 1mg/l BA (Benzyladenine) and 6% sucrose for callus formation. Highest frequencies of callus induction were obtained from anthers with tetrads or early-uninucleate microspores. Callus could be induced under either light or dark condition.

2. The regeneration ability of anther-derived callus was tested under several kinds of auxins and cytokinins in different concentrations and combinations. None of embryoids or shoot-like structures have been derived from those calli except for some rooty protrusions.

3. The origination of callus was unidentified.

---

1. Contribution No. 1154 from the Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported in part by National Science Council and Council for Agricultural Planning and Development, Executive Yuan, Republic of China.

2. Senior Agronomist, Research Assistant, Assistant Agronomist and Assistant, respectively, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.

(Jour. Agric. Res. China) 中華農業研究33(2)：132~140 (1984)

# Effect of Day and Night Temperature Variation and of High Temperature on Devernalization in Radish[1]

Tzay-Fa Sheen[2]

**Abstract**：Ta-Mei-Fua radish must be exposed to a temperature of 5°C for a period of 20 days to achieve complete vernalization. Exposure to 5°C for only 10 days resulted in incomplete vernalization. When temperatures varied from day to night during vernalization, the higher daytime temperature erased the vernalizing effect of low night temperature. It was shown that the higher daytime temperature of 20 or 30.3 °C eliminated the sugar formed during the cooler nights.

After an uninterrupted period of vernalization, neither subsequent high temperature nor alternating high day/low night temperature could reverse the complete vernalization. It was also shown that a completely vernalized plant maintains a stable high sugar content which neither high temperature nor day/night temperature variation could reduce. Thus, a high sugar level in vernalized plants might account for the hastening of flower initiation and development.

High temperature following vernalization has been reported to erase the effect of low temperature treatment (Gregory and Purvis 1945, 1952; Lang and Melchers 1947; Suzuki 1980). Gregory and Purvis (1952) found that vernalization in winter rye could be reversed if followed immediately by exposure to temperature above 25 °C—35° C. Suzuki (1980) investigated the effect of day-night temperature variation on the flowering of radish and showed that when plants were exposed to 4°C at night and 30°C during the day, the effect of vernalization was erased by the high day-time temperature.

In temperate countries, plastic is used as a mulching material to prevent premature bolting during the winter season. Seyama(1981)indicated that radish planted with mulching had a maximum day temperature higher than that planted under natural field conditions. The higher day temperature could nullify the effect of night vernalization. In the tropics, the degree and duration of low temperature conditions are not enough to slow down bolting in flowering varieties. However, it is not known whether variation in day-night temperature, especially higher day time temperature, is the factor that prevents bolting, or the effect of high temperature causing devernalization following a continuous

---

1. Contribution No. 1155 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Senior Horticulturist and Director, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI, Fengshan, Kaohsiung Hsien, Taiwan 830, ROC.

period of vernalization. Devernalization constraints may be more serious in the tropics than in temperate areas. This study addresses these problems.

## Material and Methods

Radish cultivar Ta-Mei-Fua was used as the experimental material and the following two experiments were carried out from September 1982 to April 1983 :

( 1 ) Effect of alternating high day/low night temperature on bolting during vernalization.

The first group of seeds was sown in Jiffy-7 ( peat pellet ) on September 14, 1982. The group was divided into three parts which received the following treatments for 20 days starting on September 22 : A) temperature treatment of 5°C at night (20 : 00 to 8 : 00 in a cool room) and 30.3°C in the daytime (8 : 00 to 20 : 00 in the green house) ( Table 1) ; B ) 5°C at night and 20°C in the day-time ; C ) constant temperature of 5°C (check). A second group of seeds was sown on September 24, 1982 and received the same treatments for 10 days beginning on October 2. On October 12, all seedlings were planted in the field for flowering investigation (Figure 1).

**Table 1.** Day temperature in the greenhouse (8 : 00—20 : 00)

| Date | 9/23 | 9/24 | 9/25 | 9/26 | 9/27 | 9/28 | 9/29 | 9/30 | 10/1 | 10/2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Maximum | 31 | 31 | 33 | 32.5 | 32 | 33 | 32 | 32 | 33 | 33 |
| Minimum | 27.5 | 28 | 28 | 28 | 29 | 29 | 28 | 28 | 29 | 29 |
| Mean | 29.3 | 30 | 30.5 | 30.3 | 30.5 | 31 | 30 | 30 | 31 | 31 |

| Date | 10/3 | 10/4 | 10/5 | 10/6 | 10/7 | 10/8 | 10/9 | 10/10 | 10/11 | 10/12 | mean |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Maximum | 31.5 | 32.5 | 33.0 | 31.5 | 33 | 32 | 32 | 32 | 32.5 | 31.5 | 32.3 |
| Minimum | 28.5 | 29 | 29 | 28 | 29 | 28 | 29 | 28 | 28 | 27 | 28.3 |
| Mean | 30 | 20.8 | 31 | 29.8 | 30.5 | 30 | 30.5 | 30 | 30.3 | 29.3 | 30.3 |

( 2 ) Effect of high temperature following an uninterrupted period of vernalization on bolting.

Two groups of seeds were sown in Jiffy-7 (peat pellet) on December 21 and December 31. Ten days after planting, they received cold treatment of 5°C for 20 and 10 days, respectively. After vernalization, each group was divided into three parts which received the following treatments for 10 days : A) 30°C ; B) 20°C ; C) alternating day temperature of 30° C and night temperature of 20° C. On January 29, all treated radish were planted in 4.5 inch pots and placed in the greenhouse

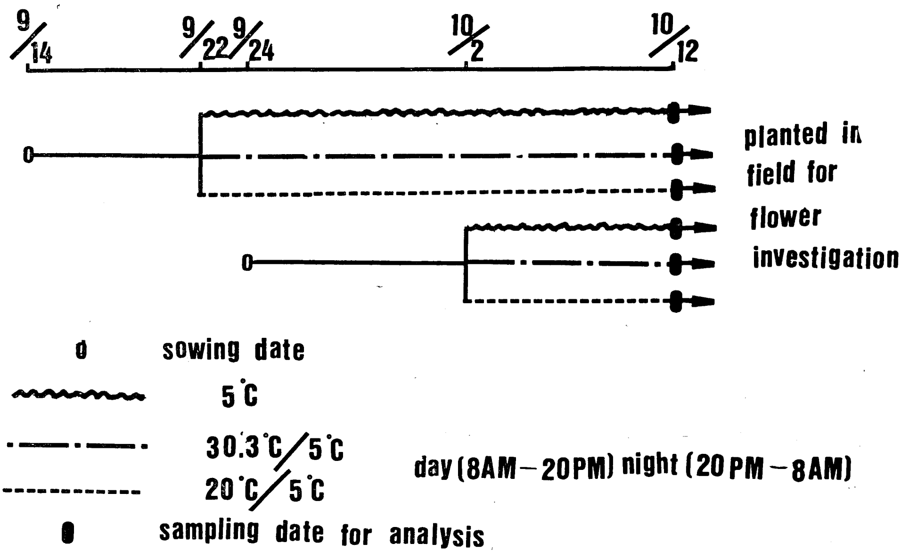



Fig. 1. Plan for effect of alternating day/night temperature on flowering of radish seedling

for bolting investigation (Figure 2).

After high temperature treatments, samples from both experiments were taken for analysis of carbohydrate contents.

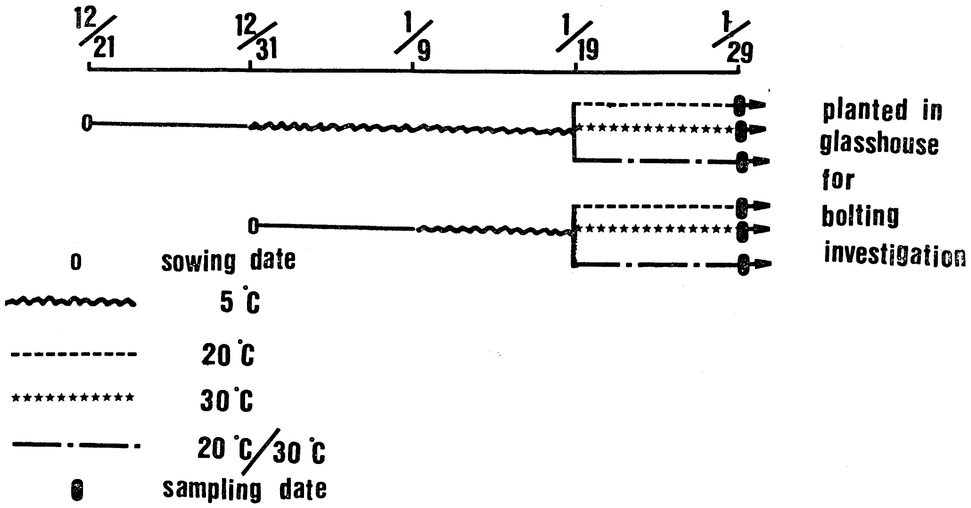



Fig. 2. Plan for effect of high temperature and alternating day/night temperature after an uninterrupted period of vernalization on bolting

## Results and Discussions

(1) Effect of alternating high day/low night temperature on flowering

The check maintained at 5°C for 20 days showed complete vernalization whereas 5°C for 10 days was not enough to induce vernalization completely in radish. The number of flowering plants was lower and flowering dates were later for the 10-day treatment than for the 20-day treatment. Alternating day/night temperatures of 20°/5°C and 30.3°/5°C for 10 days did not induce flowering until the end of the experiment, whereas 2 and 1 plants flowering in alternating day/night temperature of 20°/5°C and 30.3°/5°C for 20 days respectively (Table 2). Apparently, high daytime temperatures of 30.3°C during vernalization could certainly erase the effects of cold night temperatures. Even a relatively high daytime temperature around 20°C during the period of vernalization can nullify the effect of vernalization.

**Table 2.** Effect of alternating day/night temperature on flowering of radish

| Temperature (night/day) | Days of treatment | No. of plants treated | No. of flowering plants | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 11/18 | 11/23 | 11/28 | 12/3 | 12/8 | 12/13 | 12/18 | 12/23 | 12/28 |
| 5°C / 5°C | 20 | 30 | 14 | 18 | 26 | 28 | 30 | — | — | — | — |
| 5°C / 30.3°C | 20 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 5°C / 20°C | 20 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 5°C / 5°C | 10 | 30 | 0 | 0 | 2 | 4 | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 |
| 5°C / 30.3°C | 10 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5°C / 20°C | 10 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Suzuki (1981) indicated that day/night temperature variation plays an important role in inducing flowering in radish. Under the condition of 30°C day/4°C night, the effect of vernalization was erased by the higher day temperature. Seyama (1981) also showed that the bolting effect of low temperature on radish could be annulled by 30°/5°C day/night temperature treatment. He indicated that mulching could prevent premature bolting by raising temperatures. In winter rye, Gregory and Purvis (1938) showed that six weeks of cold treatment (1°C), could induce flowering, whereas alternating temperatures at 1°C with aerobic and 20°C with anaerobic conditions for six weeks, winter rye remained unvernalized. All of these results suggest that high temperature during the day could erase the effect of low temperature during the vernalization process.

Patterns of the carbohydrate contents during vernalization are shown in Table 3. The sugar contents of radish treated with 5°C for 10 days and 20 days are higher compared with those grown under alternating day/night temperature treatmets of 20°C/5°C and 30.3°C/5°C. Among these, seedlings treated with 5°C for 20 days had the highest non-reducing sugar, total sugar, and total carbohydrate con-

**Table 3.** Carbohydrate contents (% dry matter) of radishs seedlings under various day/night temperature treatment

| Temperature (night/day) | Days of treatment | Reducing sugar | Non-reducing sugar | Total sugar | Starch | Total carbohydrate |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5°C / 5°C | 20 | 1.77 | 3.66 | 6.43 | 6.33 | 12.76 |
| 5°C / 30.3°C | 20 | 0.98 | 1.06 | 2.04 | 5.19 | 7.23 |
| 5°C / 20°C | 20 | 0.98 | 1.48 | 2.46 | 7.05 | 9.51 |
| 5°C / 5°C | 10 | 2.52 | 0.64 | 3.16 | 4.87 | 8.03 |
| 5°C / 30.3°C | 10 | 0.94 | 1.07 | 2.01 | 5.30 | 7.31 |
| 5°C / 20°C | 10 | 1.46 | 1.28 | 2.74 | 5.23 | 7.97 |

tents, whereas treatment of 5°C for 10 days gave the highest reducing sugar contents of all treatments. The alternating of high day temperature with low night temperature resulted in low sugar contents. Although day temperatures of 30.3°C and 20°C for 10 or 20 days did not show much difference in sugar contents, the non-reducing sugar content of the 20°C day temperature treatment was a little higher than that of the 30.3°C treatment.

Sugar content in the alternating day/night temperature treatment did not increase during the treatment period. In other words, the high day temperature of 20°C or 30.3°C could eliminate the sugar that had accumulated as a result of low night temperature.

(2) Effect of high temperature and alternating day/night temperature following vernalization on bolting.

By the time of the final observation on April 9, 1983, it was seen that when plants had been treated with cold temperature (5°C) for 20 days, percentage of bolting plants was a little lower during the early stage when cold treatment was followed by a continuous temperature of 30°C or 30°C day/20°C night than when cold was followed with only 20°C (Table 4). However, on April 9, end of experiment all treatments were 100% or nearly 100% of plants bolted. It means that although heat treatments caused a delay in flowering implying unfavorable flower development conditions, the prolonged 5°C for 20 days treatment had caused complete vernalization and neither subsequent 30°C nor 30°C day/20°C night treatments could reverse the effect.

Bolting was later and percentage of bolting plants was lower for plants treated with cold temperature for 10 days than for plants treated with cold for 20 days when cold treatment was followed by 20°C. When cold temperature treatment of only 10 days was followed by the other two heat treatments (30°C or 30°C day/20°C night), percentage of bolting plants was lower. Evidently the period of cold treatment was too brief for complete vernalization to take place. Thus reversal of vernalization is possible when high temperatures follow an incomplete vernalization.

**Table 4.** Effect of high temperature and alternating day/night temperature following cold temperature treatment on bolting

| Treatments | No. of plants treated | % of bolting plants* | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 3/10 | 3/15 | 3/20 | 3/25 | 3/30 | 4/4 | 4/9** |
| 5°C (20 days) →20°C | 30 | 26.7 | 50 | 63.3 | 83.3 | 93.3 | 100 | 100 |
| 5°C (20 days) →30°C | 36 | 22.2 | 30.6 | 52.8 | 66.7 | 72.2 | 88.9 | 97.2 |
| 5°C (20 days) →20°C/30°C | 30 | 23.3 | 26.6 | 60.0 | 66.7 | 73.3 | 90.0 | 100 |
| 5°C (10 days) →20°C | 39 | 0 | 0 | 5.1 | 12.8 | 15.4 | 25.6 | 43.6 |
| 5°C (10 days) →30°C | 52 | 0 | 0 | 0 | 3.8 | 19.2 | 19.2 | 23.1 |
| 5°C (10 days) →20°C/30°C | 28 | 0 | 0 | 0 | 3.6 | 17.9 | 21.4 | 28.6 |

*Mean temperature during planted in glasshouse : 20.9°C.

**Plants which had flower initiation included (checked by microscope).

Suzuki (1981) indicated that alternating day/night temperature (30°C/20°C or 30°C/15°C)after a complete vernalization in radish could not cause devernalization. Purvis and Gregory (1952) pointed out that in winter rye, with increasing duration of vernalization, the reversal becomes progressively less. The vernalized condition thus becomes increasingly stable. After 12 weeks of vernalization, heat treatment at 35°C had no effect, even when given for 5 days ; no devernalization could occur.

Vernalizing and devernalizing temperatures are different. Temperatures for devernalization, usually range from 25 to 40°C but for some plants made neutral temperatures can have this effect. For example, devernalization can occur at 17°C in winter rye (Purvis and Gregory 1952), 17 to 18°C in sugabreet (Owen etc. 1940), and 20°C in *Hyoscyamus*, *Arabidopsis* (Melchers and Lang 1947), and radish (Suzuki 1980). It is interesting to note that the potential for devernalization by heat varies inversely with the completeness of the preceding vernalization treatment. If the vernalization process has been completed reversal by heat becomes impossible.

The carbohydrate contents of radish after complete vernalization subsequent high temperature or alternating day/night temperature treatment showed that high levels of total sugar and non-reducing sugar remained, but no significant difference was found among the 20°C, 30°C, or 30°/20°C treatment. (Table 5). Plants treated with 20°C temperature seemed to have higher non-reducing sugar content. High temperature following incomplete vernalization gave low levels of total sugar, non-reducing sugar and reducing sugar content as well as a higher starch content.

The results show clearly that the thermo induced vernalized state, if completely established, has a high level of non-reducing sugar and total sugar content and maintains stability even when subsequently subjected to high temperature or alternating day/night temperatures. In other words, stability of thermo induction

**Table 5.** Carbohydrate contents (% dry matter) of radish seedlings under various temperature treatments

| Treatments | Reducing sugar | Non-reducing sugar | Total sugar | Starch | Total carbohydrate |
|---|---|---|---|---|---|
| 5°C (20 days) →20°C | 0.27 | 4.78 | 5.05 | 5.89 | 10.94 |
| 5°C (20 days) →30°C | 1.99 | 3.46 | 5.45 | 5.01 | 10.46 |
| 5°C (20 days) →20°C/30°C | 0.27 | 5.77 | 6.04 | 4.99 | 11.03 |
| 5°C (10 days) →20°C | 0.09 | 1.91 | 2.00 | 5.29 | 6.29 |
| 5°C (10 days) →30°C | 0.98 | 1.61 | 1.70 | 5.22 | 6.92 |
| 5°C (10 days) →20°C/30°C | 0.09 | 1.69 | 1.78 | 5.26 | 8.04 |

depends upon the continous maintenance of the level of total sugar content during the subsequent high temperature treatment. The high sugar content is stabilized after complete vernalization, and will not be reversed even under subsequent high temperatures. These conditions might imply that high sugar content is necessary for promoting flower initiation and development. When the sugar level is too low for flower development, high temperature can convert this low level of sugar into starch, and devernalization thus occurs.

The results of the experiments show the possibility of reversing vernalization by high temperature treatment. The effect of alternating high day/low night temperature during the course of vernalization, and the effect of high temperature or alternating day/night temperature following vernalization must be clearly distinguished.

First, the test alternating high day temperature with low night temperature during vernalization showed that temperature as low as 20°C in the daytime will reverse the effect of the low night temperature. Second, the stability of the vernalized condition appears to vary according to the degree of vernalization. A completely vernalized condition will not be reversed by subsequent high temperature of 30.3°C or alternating day/night temperature of 20°C/30°C, but an incompletely vernalized condition can certainly be annulled by subsequent high temperature or alternating day/night temperature, and an increase in vegetative development occurs as well.

The following carbohydrate metablic changes associated with devernalization treatment were observed : First, the level of sugar contents increased with the duration of vernalization. However, when low night temperatures were alternated with higher day temperatures during the course of vernalization, even the optimal growth temperature of 20°C could nullify the sugar raising of effect lower night temperature. Accordingly, the accumulation of sugar contents could not reach the level required for flower initiation and development. In the subtropics, the relatively high day temperature during the winter season is one of the major factors preventing bolting in plants that require cold,

Second, it was clear that the stability of vernalization depends upon the degree of vernalization. A complete vernalization requires a stable high level of sugar contents which cannot be annulled by subsequent high temperature or alternating day/night temperatures. Thus the high level of sugar contents might be responsible for the initiation and development of flowering. Incomplete , unstable vernalization in the tropics is mainly due to insufficient accumulation of sugars in plants tissues. The subtropical environment does not provide a continuously low enough temperature for complete vernalization to take place, especially as winter temperatures fluctuate.

## Acknowledgement

The author would like to thank Dr. Y. Suzuki associate professor of Tukuba University, Japan for his advice and reading the manuscript, Mr. I. S. Tang for the chemical analyses, and Mr. C. S. Chen for field assistance.

## Literature cited

1. Chroboczek, E., 1934. A study of some ecological factors influencing seed-stalk development in beet (*Beta vulgaris* L.) Men. Corn. Univ. Agr. Exp. Sta. No. 154.
2. Georges, B., Jean-Marie, K. and Roy M. S. 1981. The physiology of flowering. CRC Press, Vol. 1 : 69-80.
3. Georges, B., Jean-Marie, K and Roy M. S. 1981. The physiology of flowering. CRC Press. Vol. 2 : 163-170.
4. Gregory, F. K. and Purvis, O. N. 1938. Studies in vernalization of cereals. II. The vernalization of excised mature embryos and of developing grains. Ann. Bot. 2 : 237-251.
5. Gregory F. K., and Purvis O. N. 1938. Studies in vernalization of cereals. III. The use of anaerobic condition in the analysis of vernalizing effect of low temperature during germination. Ann. Bot. 2 : 753-764.
6. Gregory F. K., and Purvis O. N. 1954. Devernalization by high temperatuer. Nature 153 : 113-114.
7. Gregory F. K., and Purvis O. N. 1948. Reversal of vernalization by high temperature. Nature clxi. 589.
8. Gregory F. G. and O. N. Purvis. 1952 Studies in vernalization of cereals. XII. The revesibility by high temperature of the vernalized condition in winter rye. Ann. Bot. 16 : 1-21.
9. Lang, A, and Melchers, G. 1947. Vernalization und devernalization bei einer zweijahrigen Phflanze. Zeit. Naturforsch, 2B : 444-449.
10. Owen, F. V., Carsner, E. and Stout, M. 1940. Photothermol induction of flowering in sugar beet. J. Agr. Res. lxi. 101-124.
11. Platenius, H. 1932. Carbohydrate and nitrogen metabolism in the celery plant as related to premature seeding. Cornell Univ. Agr. Expt. Sta. Memoir 140.
12. Purvis, O. N. 1934. An analysis of the influence of temperature during germination on subsequent development of certain winter cereals and its relation to the effect of length of day. Ann. Bot. (London) 40 : 919-955.
13. Sadik, S. and J. L. Ozbun. 1968. The association of carbohydrate changes in the shoot tip of cauliflower with flowering. Plant Physiol. 43 : 1696-1698.
14. Sheen T. F. 1981. Low temperature treatment and flower development in Ta-Mei-Fua radish. Jour.

Agric. Res. China 30(4) : 369-377.

15. Sen, B. and Chakravarti S. C. 1946. Effect of high temperature on vernalized mustard seed. Nature. Clvii. 266.
16. Seyama N. and L. Takai 1981. Studies in bolting of Daikon. (In Japanese). Annual Res. Report Moriok Branch 74-81.
17. Seyama N. and T. Masaki 1982. Studies in bolting of Daikon(In Japanese). Ann. Res. Rep. Moriok Branch, Jap. 64-66.
18. Suzuki, Y. 1972. Studies on vernalization in some cole root vegetables, especially on the transition of low temperature sensitivity and the metabolic change during vernalization. (In Japanese with English summary). Fac. Agr. Tokyo Uni. of Eduction 18 : 27-92.
19. Suzuki, Y. Y., Shinohara and K. Ishii, 1980. Effect of alternating day-night temperature on flower inducing of Minowase-Daikon (In Japanese). Res. ab. Autumn, 1980. Jap. Soc. Hort. Sci. 144-145.
20. Suzuki, Y., and Y. Shinohara, 1981. Effect of vernalized degree and alternating day-night temperature on bolting of Minowase-Daikon (In Japanese). Res. ab. Autumn. 1981. The Jap. Soc. Hort. Sci. 190-191.

# 日夜溫度變化和高溫對蘿蔔離春化之影響[1]

沈 再 發[2]

大梅花蘿蔔行 5°C20日之低溫處理，可達完全春化作用，而 5°C10日之低溫則爲不完全春化作用。於春化期間日夜溫度變化時，白天之高溫消除了夜間的低溫效果。由試驗結果顯示，白天溫度20°C至 30°C 減少了夜間低溫期的糖類形成。

連續的春化期於達到完全春化作用後，隨之高溫或高日夜溫度變化，皆不能產生離春化。同時顯示出具完全春化處理之植物體，保持有隱定的糖類含量，此含量既不因高溫也不因高日夜溫度變化而減少。因此春化後植物體的高糖類含量，爲促進花芽分化及發育之理由。

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第 1155 號。

2.本所研究員兼鳳山熱帶園藝試驗分所分所長。臺灣省 高雄縣 鳳山市。

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 33(2)：141～152 (1984)

# 鳳梨園殘株敷蓋方式對土壤性質及鳳梨生育影響之研究[1] (I)

鄭 慶 生[2]

**摘要**：本試驗設置於鳳山熱帶園藝試驗分所西南向 8° 的坡地。其目的在比較不同的鳳梨殘株敷蓋方法及不同的施肥量對土壤理化性質及鳳梨生育和產量之影響，以探求鳳梨園殘株敷蓋方法及最經濟之施肥量，期提供改善鳳梨栽培管理及保育設計之依據。本試驗採完全逢機區集設計，三重複，七處理。（A）鳳梨殘株垂直敷蓋施½全量肥料；（B）淨耕區施全量肥料（對照區）；（C）鳳梨殘株地面敷蓋施½全量肥料；（D）鳳梨殘株地面敷蓋不施肥料；（E）鳳梨殘株垂直敷蓋不施肥料；（F）鳳梨殘株垂直敷蓋施⅔全量肥料；（G）鳳梨殘株地面敷蓋施⅔全量肥料。

茲將本試驗第一更新期（1976～1980）結果摘要如下：

一、鳳梨抽穗前生育調查結果顯示：各處理以鳳梨殘株垂直敷蓋施⅔全量肥料區生育較佳。垂直敷蓋有較地面敷蓋爲佳之趨勢，但在統計上未達顯著程度。

二、乾旱季節表層土壤水分含量測定結果：一年生鳳梨園以對照區較低，與其他處理區之間差異顯著。二～四年生鳳梨園則以不施肥之兩處理區較低，與其他處理區之間差異顯著。

三、土壤假比重、孔隙率、分散率、飽和導水率、滲透率及水分特性曲線測定結果顯示：各處理土壤物理性以鳳梨殘株垂直敷蓋施⅔全量肥料區較佳，其土壤容積密度較小，通氣性，滲透性及保水力較强。又垂直敷蓋處理區較地面敷蓋處理區之土壤物理性爲佳，但隨時間，其差異程度逐漸降低。

四、土壤化學性測定結果知：鳳梨殘株敷蓋後可增加土壤有機質、交換性鉀及有效磷之含量，故可減少肥料之用量。

五、各處理鳳梨二收合計產量以對照區較高，鳳梨殘株垂直敷蓋施⅔全量肥料區次之，鳳梨殘株地面敷蓋施⅔全量肥料區再次之，即殘株垂直敷蓋有較地面敷蓋爲優之趨勢（增產 6 %），但三者之間差異不顯著。而不施肥之處理區產量較低。

六、根據上述測定結果知：在第一更新期鳳梨園，不論鳳梨殘株作地面或垂直敷蓋，利用鳳梨殘株敷蓋可節省⅓肥料用量。惟鳳梨殘株敷蓋施⅔全面敷蓋處理區土壤理化性較垂直敷蓋處理區爲差，致其生育及產量亦較差。但前者因未翻犂表土，有省工及減少水土流失之效益。

由張雙滿氏等試驗獲知在 20 %坡地鳳梨園中，以等高密植敷蓋稻草配合山邊溝爲最佳水土保持方法，具有簡易、省工及增產等經濟效益 (3) 。但近年來由於稻草價格昂貴，且來源及搬運不易，實際上頗難推廣。在同樣坡地另一試驗中顯示：PE 布行間敷蓋之鳳梨幼齡期生育良好，產量亦不低，但水土流失量多，幾能無處理區相似。又在同一試地之試驗得知鳳梨園休閒期間土地處理以殘株敷蓋較理想，後作鳳梨產量較高，水土流失量較少，土壤物理性較佳 (4) 。另作者經試驗證明在36%的陡

1.臺灣省農業試驗所 研究報告第 1156 號。本試驗承農發會經費補助〔69 農建—5.1—源—034（3）等〕，謹此致謝。
2.本所鳳山熱帶園藝試驗分所助理研究員。臺灣省 高雄縣 鳳山市。

坡地鳳梨園，採用等高密植鳳梨殘株敷蓋處理仍具有防止沖蝕，改善土壤理化性和增產效果[10]。故將鳳梨殘株歸還土壤，保持地力，改善土壤物理性及利用鳳梨殘株以減少肥料及水土流失，爲坡地鳳梨園水土保持理想方法之一。值此世界性能源危機下，如能證明利用鳳梨殘株敷蓋，可提高肥料利用效率以減少施用量，實爲節約能源最具實用性的手段。

1972年陳沐清氏等以蔗渣四萬公斤／公頃沿心土犂後方之有機物垂直塡入口用人工塡入心土犂犂溝中，然後整地作畦，稱之爲垂直覆蓋（vertical mulching）[5]。本試驗特將切碎之鳳梨殘株用鋤頭翻入土中之處理亦稱「垂直敷蓋」，以區別於將切碎之鳳梨殘株敷蓋在地表面上的「地面敷蓋」。故在本試驗中採用二種不同的敷蓋方法即垂直敷蓋與地面敷蓋，以比較二者在坡地鳳梨園中之效果。另採用三種不同的施肥量以明瞭利用殘株敷蓋可能減少的肥料用量，由不同的鳳梨殘株敷蓋方法及不同的施肥量對土壤肥力，土壤物理性及鳳梨生育之影響結果，可探求坡地鳳梨園有效利用殘株敷蓋方法及最經濟之施肥量。

## 材料與方法

本試驗自 1976 年在鳳山熱帶園藝試驗分所設區，觀測年期自 1976 年起至 1980 年止。小區面積爲 2.7 公尺×10公尺，等高三角形二列式栽植，畦間 100 公分，行間 50 公分，株間 30 公分，每小區植 126 株，鳳梨爲正常開英種。試驗計七種處理，三重複，採完全逢機區集排列，各小區上端築有山邊溝一條以截洩逕流，各處理如下：

一、鳳梨殘株垂直敷蓋施½全量肥料：鳳梨園廢耕後，將鳳梨殘株切碎敷蓋於原地面，於鳳梨栽植前翻犂土壤，同時將殘株翻入土中。鳳梨施肥量爲全量肥料（標準施肥量）之一半。以下簡稱$V^1/_2$處理。

二、淨耕施全量肥料：鳳梨園廢耕後，將鳳梨殘株搬離原地面不加敷蓋，於鳳梨栽植前耕犂土壤。鳳梨施肥量爲全量肥料。以下簡稱 $CK_1$ 處理。全量肥料係依照農林廳編印鳳梨栽培手册之肥料推荐用量施用[8]，主作期分別於 9 月 20—30 日，3 月 1 日，6 月 5 日，7 月25日，9 月15日，11月15日，3 月 1 日施肥，合計每株使用尿素 33 公克，過磷酸鈣 16 公克，硫酸鉀 25 公克， 宿根期分別於 8 月20日，10月20日，3 月 1 日施肥，合計每株使用尿素 15 公克，硫酸鉀 10 公克。

三、鳳梨殘株地面敷蓋施½全量肥料：鳳梨園廢耕後，將鳳梨殘株切碎敷蓋於原地面，於鳳梨栽植前後均不翻犂土壤，殘株仍敷蓋於地面。鳳梨施肥量爲全量肥料之一半。以下簡稱 $S^1/_2$ 處理。

四、鳳梨殘株地面敷蓋不施肥料：鳳梨殘株敷蓋方法同 $S^1/_2$ 處理，鳳梨不施肥。以下簡稱 $S_0$ 處理。

五、鳳梨殘株垂直敷蓋不施肥料：鳳梨殘株敷蓋方法同 $V^1/_2$ 處理，鳳梨不施肥。以下簡稱 $V_0$ 處理。

六、鳳梨殘梨垂直敷蓋施⅔全量肥料：鳳梨殘株敷蓋方法同 $V^1/_2$ 處理。鳳梨施肥量爲全量肥料的三分之二。以下簡稱 $V^2/_3$ 處理。

七、鳳梨殘株地面敷蓋施⅔全量肥料：鳳梨殘株敷方法同 $S^1/_2$ 處理。鳳梨施肥量爲全量肥料的三分之二。以下簡稱 $S^2/_3$ 處理。

調查項目包括鳳梨生育與產量，土壤水分，土壤化學性質，土壤物理性質，鳳梨葉片分析，土壤導水率，土壤滲透率及土壤水分特性曲線等。

## 結果與討論

### 一、鳳梨生育與產量

本試驗採四年二收制，在抽穗期前每二個月行生育調查一次，包括株高、葉長、葉寬及葉數。並將每次調查之結果分別經變方分析測定各處理間之差異顯著情形，測定結果除最後一次調查之株高及

葉寬外，各處理間差異均未達顯著標準。再將差異顯著之株高、葉寬經多種變域測高結果如表 1 和表 2 ：

表 1 ：各處理鳳梨株高多種變域測驗

**Table 1.** Multiple range test of the height of pineapple under various treatments

| 處　理　Treatment | $V^2/_3$ | $CK_1$ | $S^2/_3$ | $S^1/_2$ | $V^1/_2$ | $V_0$ | $S_0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 平均值　Average (cm) | 79.60 | 77.92 | 75.84 | 75.36 | 74.48 | 63.50 | 58.56 |
| 5% | | | | | | | |
| 1% | | | | | | | |

表 2 ：各處理鳳梨葉寬多種變域測驗

**Table 2.** Multiple range test of the width of pineapple leaves under various treatmenrs

| 處　理　Treatment | $CK_1$ | $V^2/_3$ | $S^2/_3$ | $S^1/_2$ | $V^1/_2$ | $V_0$ | $S_0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 平均值　Average (cm) | 6.68 | 6.60 | 6.56 | 6.44 | 5.72 | 5.40 | 5.31 |
| 5% | | | | | | | |
| 1% | | | | | | | |

由上二表知鳳梨在抽穗前，其生育即呈現差異，以 $V^2/_3$ 及 $CK_1$ 處理較佳，$S^2/_3$ 處理區次之，且影響以後之鳳梨產量，其差異之原因乃受土壤水分含量，鳳梨殘株敷蓋及施肥量等因素之影響。

鳳梨二收合計產量經變方分析測定結果，各處理間差異顯著，再經多種變域測驗結果如表 3 ：

表 3　各處理鳳梨產量多種變測域驗（兩收合計）

**Table 3.** Multiple range test of fruits yield of pineapples **total** of two crops in the plots of various treatments

| 處　理　Treatment | $CK^1$ | $V^2/_3$ | $S^2/_3$ | $S^1/_2$ | $V^1/_2$ | $V_0$ | $S_0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 平均值　Average (kg) | 206.8 | 201.9 | 190.2 | 181.5 | 177.6 | 116.5 | 114.6 |
| 5% | | | | | | | |
| 1% | | | | | | | |

由表 3 知鳳梨產量以 $CK_1$ 處理區較高，$V^2/_3$ 處理區次之，$S^2/_3$ 處理區再次之，三者之間差異不顯著， $V_0$、$S_0$ 二處理區最低。故殘株敷蓋僅能減少部份的肥料用量，而垂直敷蓋區雖其產量較地面敷蓋區高 6 %，但此差異在統計上不顯著。

## 二、土壤水分含量

於乾旱季節，每個月採取土壤樣品（採取深度爲地表 20 公分），以烘乾法測定土壤水分含量。

鳳梨本身爲優良的水土保持植物，對地面的覆蓋良好，但在一年生鳳梨園覆蓋較差，因此亦影響土壤水分的含量，故將一年生（自 1976 年 11 月至 1977 年 2 月止共測定 10 次）及二～四年生（自1977年 11 月至 1980 年 1 月止共測定 22 次）各處理所測得之土壤水分含量分別經變方分析，據分析結果顯示：各處理之間差異均達顯著標準，再經多種變域測驗後其結果如表 4 及表 5。

**表4.** 一年生鳳梨園各處理間土壤表層20公分之水分含量多種變域測驗表

**Table 4.** Multiple rang test of soil moisture contents at 20cm depth in the one year old plant plots under various treatments

| 處 理 Treatment | $S^1/_2$ | $S^2/_3$ | $V^2/_3$ | $V_0$ | $V^1/_2$ | $S_0$ | $CK^1$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 平均值 Average (%) | 13.08 | 12.80 | 12.13 | 12.09 | 12 | 11.45 | 10.69 |
| 5% | — | — | — | — | — | — | |
| | | — | — | — | — | — | |
| | | | | | | — | — |
| 1% | — | — | — | — | — | — | |
| | | | — | — | — | — | — |

**表5.** 二～四年生鳳梨園各處理間土壤表層20公分之水分含量多種變域測驗表

**Table 5.** Multiple range test of soil moisture contents at 20cm depth in 2nd -4th year pineapple plots under various treatments

| 處 理 Treatment | $V^2/_3$ | $S^1/_2$ | $S^2/_3$ | $CK_1$ | $V^1/_2$ | $V_0$ | $S_0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 平均值 Average (%) | 14.96 | 14.89 | 14.65 | 14.58 | 14.34 | 13.24 | 12.58 |
| 5% | — | — | — | — | — | | |
| | | | | | | — | — |
| 1% | — | — | — | — | — | | |
| | | | | | — | — | |
| | | | | | | — | — |

由表 4 及表 5 知一年生鳳梨園各處理土壤水分含量以淨耕區較低，在此期間鳳梨植株尚小，地表覆蓋率低，鳳梨殘株敷蓋可以減少土壤水分的蒸發，提高土壤之保水能力，對土壤水分含量影響較大，故鳳梨殘株敷蓋處理區均較淨耕區土壤水分含量高。二～四年生鳳梨園各處理土壤水分含量以 $V_0$ 及 $S_0$ 處理區較低，在此期間鳳梨本身覆蓋地面率很高，可減少地面蒸發，影響土壤水分之含量，$V_0$ 及 $S_0$ 處理區生育較差，故本身覆蓋率亦低，土壤水分含量亦較低。乾旱季節土壤水分含量影響幼齡鳳梨生育較大，但多季時由於氣溫較低，鳳梨生育幾乎停止，故又以春天之影響較大。

**三、土壤化學性測定**

本試驗係利用廢耕後之鳳梨園作爲試驗區，各處理間因鳳梨殘株敷蓋方法及施肥量之不同，土壤化學性質均有差異。土壤化學性質之測定 [12] [15]，約每年於施肥前採取土壤樣品一次供分析，由於殘株分解、施肥量、施肥期及鳳梨植株吸收養分等之影響，各期間土壤分析結果差異頗大，僅將種植以前（1976年 5 月），種植初期（1976年10月），種植後一年（1977年12月）及宿根作收穫後（1980年 1 月）之測定結果列於下表以供參考。

表 6 所示鳳梨種植初期測定結果較種植前測量結果，除有機質可能因雨季分解較快有減低現象外，各處理之土壤有效性磷及交換性鉀之含量均有顯著的增加，故在休閒期間利用殘株敷蓋（此時期各處理均爲地面敷蓋），可恢復地力。

表6. 各處理土壤化學性質測定

**Table 6.** The main chemical properties of soil in each treatment

| 項目 Item | 年月 Month, Year | 處理 Treatment $V^1/_2$ | $CK_1$ | $S^1/_2$ | $S_0$ | $V_0$ | $V^2/_3$ | $S^2/_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| pH 值 pH-value | May 1976 | 4.14 | 4.42 | 4.16 | 4.20 | 4.08 | 4.12 | 4.24 |
| | Oct. 1976 | 4.47 | 4.43 | 4.28 | 4.42 | 4.59 | 4.31 | 4.43 |
| | Dec. 1977 | 4.33 | 4.06 | 4.18 | 4.33 | 4.59 | 4.21 | 4.14 |
| | Jan. 1980 | 4.12 | 4.00 | 4.00 | 4.29 | 4.71 | 4.05 | 4.02 |
| 有機質 Organic matter (%) | May 1976 | 1.86 | 1.56 | 1.75 | 1.78 | 1.79 | 1.72 | 1.84 |
| | Oct. 1976 | 1.72 | 1.52 | 1.69 | 1.54 | 1.65 | 1.77 | 1.63 |
| | Dec. 1977 | 1.73 | 1.59 | 1.75 | 1.69 | 1.70 | 1.85 | 1.77 |
| | Jan. 1980 | 1.68 | 1.43 | 1.60 | 1.45 | 1.39 | 1.65 | 1.61 |
| 有效態 $P_2O_5$ Available $P_2O_5$ (kg/ha) | May 1976 | 241.4 | 158.4 | 206.4 | 190.5 | 175.9 | 235.5 | 219.7 |
| | Oct. 1976 | 341.1 | 252.7 | 340.7 | 266.6 | 286.3 | 322.3 | 268.9 |
| | Dec. 1977 | 300.6 | 244.3 | 323.5 | 256.7 | 276.7 | 321.6 | 278.6 |
| | Jan. 1980 | 247.3 | 227.1 | 252.0 | 205.3 | 227.1 | 221.4 | 220.9 |
| 有效態 $K_2O$ Exchangeable $K_2O$ (kg/ha) | May 1976 | 243.1 | 201.7 | 220.9 | 223.2 | 201.7 | 223.2 | 231.4 |
| | Oct. 1976 | 446.7 | 386.6 | 406.7 | 400.9 | 466.9 | 462.0 | 400.9 |
| | Dec. 1977 | 250.0 | 222.9 | 319.3 | 309.3 | 352.5 | 290.2 | 381.6 |
| | Jan. 1980 | 190.0 | 194.3 | 179.7 | 183.1 | 161.1 | 196.3 | 195.2 |

土壤 PH 值按1：1水土比，利用玻璃電極法測定。一般而言各處理土壤 PH 值，經過休閒期後均有增加趨勢，其中以 $CK_1$ 處理區較小，而在鳳梨種植後則各處理土壤 PH 有降低趨勢，此與施用肥料及水土流失有關，其中以 $CK_1$ 處理區降低數值最大，因其施用肥料較多，而且水土流失較嚴重，土壤鹽基隨逕流水而被帶走[7]。

土壤有機質以重鉻酸鉀法測定，各處理土壤有機質含量在種植後一年達最高峰。種植初期垂直敷蓋區又較地面敷蓋區爲高，可能垂直敷蓋區鳳梨殘株腐爛較快，其中 $V^2/_3$ 處理區施肥量及較 $V^1/_2$、$V_0$ 處理區爲多，更利於有機質的形成，故 $V^2/_3$ 處理區有機質含量最高。試驗後期各處理土壤有機質含量以 $V_0$、$CK_1$、$S_0$ 三處理區最少，乃由於 $CK_1$ 處理區爲淨耕區未加殘株敷蓋，而 $V_0$ 及 $S_0$ 處理區因未施肥且植株生育不佳，故其水土流失量均較嚴重，有機質易隨表土而流失。

土壤交換性鉀含量以中性醋酸銨法測定，各處理交換性鉀含量均以鳳梨幼齡期最高，因此時期有機質分解，將無機養分釋放出來，且鳳梨植株小需養分少，又垂直敷蓋區殘株分解較地面敷蓋區爲快，故前者之交換性鉀含量較後者爲高，以後則隨鳳梨生長而逐漸降低，而且至末期降低很多，及鉀易溶於水而隨逕流水流失及鳳梨需鉀肥較多之故[11]，試驗末期各處理土壤交換性鉀之含量差異不顯著。

土壤有效磷以白雷氏第一法測定，各處理土壤有效磷含量亦以鳳梨幼齡期較高，爾後隨鳳梨生長而逐漸降低，惟至試驗末期降低數值較鉀爲小，因磷肥不易流失[6][7]，而且鳳梨需磷肥較少所致。

## 四、鳳梨葉片分析

鳳梨於 1976 年 9 月種植，分別於 1978年 3 月及 1979年 5 月採取未抽穗植株最後發育完成之 "D" 葉，將 D 葉基部白色部分取其中段 ⅓ 部分分析，茲將分析結果列於表 7。

表7. 鳳梨葉片分析結果表

Table 7. Analysis of nutrient content of pineapple leaves in various treatments

| 項目 Item | 年 Year | 處理 Treatment | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $V^1/_2$ | $CK_1$ | $S^1/_2$ | $S_0$ | $V_0$ | $V^2/_3$ | $S^2/_3$ |
| N (%) | 1978 | 1.42 | 1.28 | 1.30 | 0.72 | 0.91 | 1.40 | 1.35 |
| | 1979 | 1.52 | 1.79 | 1.53 | 1.08 | 0.99 | 1.55 | 1.56 |
| P (%) | 1978 | 0.142 | 0.127 | 0.146 | 0.249 | 0.225 | 0.120 | 0.168 |
| | 1979 | 0.257 | 0.252 | 0.212 | 0.270 | 0.260 | 0.231 | 0.226 |
| K (%) | 1978 | 2.43 | 2.37 | 2.27 | 2.10 | 2.05 | 2.20 | 2.47 |
| | 1979 | 3.25 | 2.80 | 3.00 | 3.10 | 2.80 | 3.30 | 3.15 |
| Ca (%) | 1978 | 0.082 | 0.055 | 0.071 | 0.067 | 0.069 | 0.057 | 0.074 |
| | 1979 | 0.068 | 0.036 | 0.048 | 0.061 | 0.056 | 0.059 | 0.044 |
| Mg (%) | 1978 | 0.089 | 0.069 | 0.078 | 0.098 | 0.092 | 0.064 | 0.088 |
| | 1979 | 0.081 | 0.066 | 0.075 | 0.114 | 0.102 | 0.072 | 0.060 |
| Fe (ppm) | 1978 | 72.5 | 85.0 | 79.2 | 75.8 | 70.8 | 81.7 | 77.5 |
| | 1979 | 90 | 80 | 90 | 110 | 90 | 100 | 130 |
| Mn (ppm) | 1978 | 208 | 180 | 180 | 192 | 194 | 177 | 209 |
| | 1979 | 230 | 230 | 320 | 300 | 320 | 300 | 295 |
| Cu (ppm) | 1978 | 11.0 | 11.6 | 12.1 | 14.5 | 13.9 | 11.8 | 12.2 |
| | 1979 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 26.7 | 21.7 | 21.7 | 23.3 |
| Zn (ppm) | 1978 | 31.0 | 34.0 | 29.7 | 30.7 | 29.6 | 34.0 | 34.0 |
| | 1979 | 50.0 | 52.5 | 40.0 | 45.0 | 37.5 | 45.0 | 37.5 |

由上表知 N 濃度二次測定結果，均以不施肥區爲低，據蘇楠榮氏標準，成熟葉片基部白色組織中 N 素之臨界濃度初期標準爲 1.3%，中期爲1.4%，花芽分化期爲 1.75%[2]，比較之 $CK_1$、S½、S⅔ 三處理區第一次測定時均有缺 N 現象而不施肥區則二次均有缺 N 現象。K 濃度亦以不施肥區較低。磷之濃度則不施肥區濃度反而較高，此爲 Dilution effect ，即施肥區之生長量較優之關係。鎂的濃度亦以不施肥區較高。至於 Ca、Fe、Mn、Cu、Zn 之濃度各處理間差異不顯著。

## 五、土壤物理性測定

土壤物理性質由於鳳梨栽植前土壤經過翻犂，及受鳳梨殘株敷蓋之影響，致發生差異，故分別於

試驗前期（指種植後二年）和試驗後期（指廢耕之前）做各項物理性測定[13]。各項測定結果列於表8。

表8．各處理土壤物理性質測定

**Table 8.** The physical properties of the soil in each treatment

| 項目 Item | | 年 Year | 處理 Treatment | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $V^1/_2$ | $CK_1$ | $S^1/_2$ | $S_0$ | $V_0$ | $V^2/_3$ | $S^2/_3$ |
| 機械分析 Mechanical analysis | sand (%) | 1977 | 49.45 | 48.65 | 48.09 | 52.15 | 45.35 | 44.32 | 42.82 |
| | | 1980 | 51.59 | 49.49 | 49.81 | 53.40 | 50.18 | 48.89 | 46.35 |
| | silt (%) | 1977 | 35.34 | 36.28 | 37.47 | 34.49 | 39.59 | 38.71 | 39.09 |
| | | 1980 | 33.67 | 35.91 | 34.43 | 32.26 | 34.95 | 37.02 | 38.17 |
| | clay (%) | 1977 | 15.21 | 15.07 | 14.44 | 13.36 | 15.06 | 16.97 | 18.09 |
| | | 1980 | 14.74 | 14.61 | 15.76 | 14.34 | 14.87 | 14.09 | 15.48 |
| 假比重 Apparent specitic gravity | | 1977 | 1.47 | 1.44 | 1.55 | 1.50 | 1.49 | 1.44 | 1.56 |
| | | 1980 | 1.56 | 1.55 | 1.60 | 1.58 | 1.56 | 1.54 | 1.61 |
| 孔隙率 Porosity (%) | | 1977 | 44.0 | 44.8 | 40.6 | 42.7 | 43.3 | 45.2 | 40.7 |
| | | 1980 | 40.5 | 40.6 | 38.7 | 39.7 | 40.7 | 41.4 | 38.8 |
| 分散率 Dispersion ratio (%) | | 1977 | 42.3 | 43.7 | 44.7 | 46.0 | 44.0 | 42.0 | 45.1 |
| | | 1980 | 52.9 | 53.8 | 50.3 | 53.9 | 52.5 | 52.0 | 53.2 |

由上表知各處理土壤物理性以 V⅔ 處理區較佳。根據土壤機械分析結果顯示：試區土壤均爲壤土，各處理由於較細土粒較易流失，故各處理坋粒及粘粒均有減低現象。各處理土壤假比重以土壤翻犂區（$CK_1$、V⅔、V½、$V_0$）較未翻犂區（$S_0$、S½、S⅔）爲低，前期測定結果又較後期爲低。而各處理土壤孔隙率與土壤假比重趨勢相同。各處理土壤分散率、試驗前期較後期爲低。由以上各項土壤物理性調查顯示各處理受土壤有機質消耗、水土流失及田間工作等影響，試驗後期各處理土壤物理性差異已不顯著。

## 六、土壤飽和導水率測定

以直徑7公分，高 7.6 公分之取樣筒，在田間取樣，將樣品浸水飽和後，再以定水頭法測定[1]，其結果如表9：

表9：各處理土壤之導水率（單位：cm/min）

**Table 9.** Determination of soil hydraulic conductivity under different treatments

| 年 Year | 處理 Treatment | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $V^1/_2$ | $CK_1$ | $S^1/_2$ | $S_0$ | $V_0$ | $V^2/_3$ | $S^2/_3$ |
| 1977 | $7.44\times10^{-3}$ | $5.58\times10^{-3}$ | $3.13\times10^{-3}$ | $3.02\times10^{-3}$ | $6.49\times10^{-3}$ | $9.79\times10^{-3}$ | $2.93\times10^{-3}$ |
| 1980 | $4.57\times10^{-3}$ | $3.58\times10^{-3}$ | $2.51\times10^{-3}$ | $2.78\times10^{-3}$ | $4.39\times10^{-3}$ | $4.70\times10^{-3}$ | $2.01\times10^{-3}$ |

由上表知 1977 年測定結果較 1980 年爲高，與前項土壤物理性測定結果一致，土壤飽和導水率受土壤翻犂之影響很大，故試驗前期測定值較高，同時土壤飽和導水率與孔隙率呈顯著之正相關，爲 r＝0.910。各處理土壤飽和導水率分別經變方分析結果，1977 年各處理間差異達顯著標準，1980 年各處理間差異不顯著，再將 1977 年各處理平均值經多種變域測驗後結果如表 10：

表10：66 年度各處理間土壤導水率多種變域測驗表

**Table 10.** Multiple rang test of soil hydraulic conductivity in plots under various treatments in 1977

| 處 理 Treatment | $V^2/_3$ | $V^1/_2$ | $CK_1$ | $V_0$ | $S^1/_2$ | $S_0$ | $S^2/_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 平均值 Average (cm/min) | $9.79\times10^{-3}$ | $7.44\times10^{-3}$ | $5.58\times10^{-3}$ | $3.49\times10^{-3}$ | $3.13\times10^{-3}$ | $3.02\times10^{-3}$ | $2.93\times10^{-3}$ |
| 5% | | | | | | | |
| 1% | | | | | | | |

由表 10 知各處理土壤導水率以 $V^2/_3$ 處理區較高，$V^1/_2$ 處理區次之。土壤翻犂區（$V^2/_3$、$V^1/_2$、$CK_1$、$V_0$）較未翻犂區（$S^1/_2$、$S_0$、$S^2/_3$）爲高。土壤翻犂在試驗前期對土壤導水率之影響很大，但至試驗後期各處理間差異已不顯著。

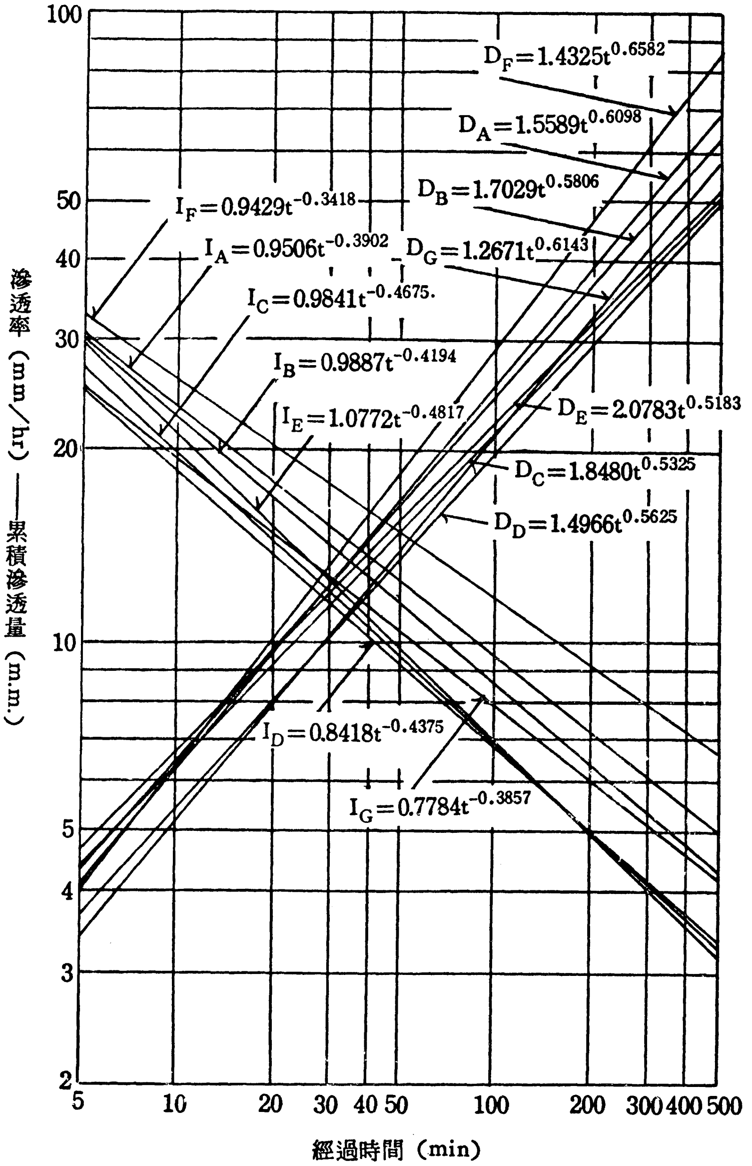
## 七、土壤滲透測定

於試驗末期採用圓筒法[8]在田間測定，各在 5、10、20、30、60 分之時間分別測定，總共觀測 8 小時，水分之入滲約在 7～8 小時穩定，根據各處理小區土壤滲透測定結果，以最小二乘法計算出土壤滲透率及累積滲透量之指數方程式如表 11 及圖一：

表11：各處理土壤滲透率及累積滲透量之指數方程式

**Table 11.** Exponential equations for infiltration rate and amount of accumulated infiltrated water for various treatments

| 處 理 Treatment | 指數方程式 Exponential equation | |
|---|---|---|
| $V^1/_2$ | 滲透率 Infiltration rate | $I_A=0.9506t^{-0.3902}$ |
| | 累積滲透量 Accumulated amount of infiltrated water | $D_A=1.5589t^{0.6098}$ |
| $CK^1$ | 滲透率 Infiltration rate | $I_B=0.9887t^{-0.4194}$ |
| | 累積滲透量 Accumulated amount of infiltrated water | $D_B=1.7029t^{0.5806}$ |
| $S^1/_2$ | 滲透率 Infiltration rate | $I_C=0.9841t^{-0.4675}$ |
| | 累積滲透量 Accumulated amount of infiltrated water | $D_C=1.8480t^{0.5325}$ |
| $S_0$ | 滲透率 Infiltration rate | $I_D=0.8418t^{-0,4375}$ |
| | 累積滲透量 Accumulated amount of infiltrated water | $D_D=1.4966t^{0,5625}$ |
| $V_0$ | 滲透率 Infiltration rate | $I_E=1.0772t^{-0,4817}$ |
| | 累積滲透量 Accumulated amount of infiltrated water | $D_E=2.0783t^{0.5183}$ |
| $V^2/_3$ | 滲透率 Infiltration rate | $I_F=0.9429t^{-0.3418}$ |
| | 累積滲透量 Accumulated amount of infiltrated water | $D_F=1.4325^{0.6582}$ |
| $S^2/_3$ | 滲透率 Infiltration rate | $I_G=0.7784t^{-0.3857}$ |
| | 累積滲透量 Accumulated amount of infiltrated water | $D_G=1.2671t^{0.6143}$ |




圖一：各處理之滲透率及累積滲透量

**Fig. 1** Infiltration rate and amount of accumulated infiltrated water of each treatment

由表 11 及圖一知：各處理土壤滲透率、累積滲透量均以 $V_2/_3$ 處理區較高，$V_1/_2$ 處理區次之，$CK_1$ 處理區再次之。與試驗末期之土壤飽和導水率測定結果頗一致。

(八)土壤水分特性曲線測定

土壤保持水分能力係以土體之微管勢能表示。在宿根作收穫後採取土壤樣品測定各處理區之土壤水分含量與微管勢能之關係如表 12：

由上表比較在田間容水量（$^1/_3$ 巴）與凋萎點（15巴）之間的有效水分含量，以 $V^2/_3$ 處理區較高，達 21.48 %，$S^2/_3$ 處理區次之。有效水分含量與土壤有機質含量呈顯著之正相關關係，其 r＝0.998。微管勢能在$^1/_3$巴時，$V^2/_3$ 處理區較高，土壤水分含量為 30.38 %，$CK_1$ 處理區較低，土壤水分含量為 27.89 %。微管勢能在 15 巴時，亦以 $V^2/_3$處理區較高，土壤水分含量爲8.9%，而以

表12：土壤水分含量與微管勢能之關係

Table 12. Relationship between soil moisture content and capillary potential

| 微管勢能 Capillary potential (Bars) | 土壤水分含量 Soil moisture content (%) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $V^1/_2$ | $CK_1$ | $S^1/_2$ | $S_0$ | $V_0$ | $V^2/_3$ | $S^2/_3$ |
| 1/3 | 28.91 | 27.89 | 29.09 | 28.06 | 28.00 | 30.38 | 29.45 |
| 1 | 16.20 | 15.93 | 16.61 | 16.14 | 15.98 | 17.28 | 16.30 |
| 5 | 10.09 | 9.68 | 9.81 | 9.77 | 9.67 | 10.73 | 9.97 |
| 10 | 9.32 | 8.86 | 8.94 | 8.89 | 8.84 | 9.61 | 9.27 |
| 15 | 8.89 | 8.45 | 8.47 | 8.46 | 8.38 | 8.90 | 8.81 |
| 有效水分(%) Available water | 20.02 | 19.44 | 20.62 | 19.60 | 19.62 | 21.48 | 20.64 |

$V_0$ 處理區最低，土壤水分爲 8.38 %，$CK_1$ 處理區次低，土壤水分含量爲 8.45 %。

本試驗結果顯示：鳳梨殘株垂直敷蓋施三分之二全量肥料處理區、鳳梨殘株地面敷蓋施三分之二全量肥料處理區及淨耕加全量肥料處理區三者之間產量差異不顯著，故可證明在本試驗近似條件下，於第一更新期鳳梨園利用鳳梨殘株敷蓋能減少三分之一肥料用量。雖然根據過去資料 [4]，[10] 顯示，鳳梨殘株敷蓋配合全量施肥量能提高鳳梨產量，唯如肥料來源不易或價格昂貴時，增加的產量與節省的肥料費用，利益孰重，應予詳細權衡，尤於能源危機之際，節省肥料支用細應爲經濟。

根據各項測定資料知，利用鳳梨殘株敷蓋減少二分之一全量肥料或不加施肥料之處理區，因影響鳳梨生育及產量甚大，故不可採用，而利用鳳梨殘株垂直敷蓋施三分之二全量肥料處理，因土壤經過翻犂，對試驗前半期土壤物理性改善效果很大，且殘株歸還土壤可保持或增加地力，又有減少養分和水土流失的效果，爲坡地鳳梨園可行的耕作方法。至於利用殘株地面敷蓋施三分之二全量肥料之處理，雖對改善土壤理化性及鳳梨生育效果較差，且較前者減產，但統計上未達顯著標準，惟因其未翻犂土壤，可減少土壤冲蝕 [16] 及達到省工的目的，在第一更新期鳳梨園仍可採用，尤其勞力缺乏地區更爲適合。在經過一個更新期後，土壤理化性已有差異，而且各處理鳳梨殘株供作下一更新期之敷蓋材料量差異很大，爲探求其長期效果，正繼續進行第二更新期試驗，以確立最佳的鳳梨殘株敷蓋方法及施肥用量。

## 參考文獻

1.王孝才 (1975) ：果園水土保持方法之導水率測定・中華農學會報新 92 PP127—131

2.臺灣省農業試驗所 (1981) ：作物需肥診斷技術。

3.張雙滿、黃俊德、王武彰 (1969) ：鳳梨園水土保持方法之研究・臺灣水土保持試驗研究彙刊 (I) p. 187~203。

4.張雙滿、黃俊德、王武彰 (1969) ：鳳梨園休閒期間水土保持處理比較試驗・臺灣水土保持試驗研究彙刊 (I) p. 179~186.

5.陳冰清、黃承澤 (1972) ：臺灣糖業研究所研究彙報第 53 號。

6.黃俊義 (1978) ：覆蓋與敷蓋對坡地土壤肥力之影響・中華水土保持學報 9 ( 2 ) ：83~92。

7.莊作權、簡宣裕 (1978) ：百喜草覆蓋與敷蓋對坡地土壤肥力之影響・中華水土保持學報 9 ( 1 ) ：57~66。

8.黃季春 (1977) ：鳳梨栽培・臺灣省政府農林廳等編印。

9.猿渡艮 (1966) ：噴灑灌漑講義・中國農村復興聯合委員會。

10.鄭慶生 (1981) ：陡坡地鳳梨園敷蓋對水土流失、土壤理化性質及鳳梨生育和產量影響之研究・中華水土保持學

報12（2）：175～184。
11.蘇楠榮、黃昭榮、周永福（1956）：鳳梨園敷蓋稻草試驗．臺灣水土保持試驗研究報告彙刊(I)p. 205～222.
12.養賢堂（1975）：土壤養分分析法。
13.養賢堂（1976）：土壤物理性測定法。
14.Broadbent, F. E. 1955. Basic problems in organic matter transformations Soil Sci. 79 : 107-114.
15.Black, C. A. et al. 1965. Methods of Soil Analysis (Part I and Part II) America Society of Agronomy No. 9.
16..Troch, Frederick R. Hobbs, J. Arthur and Donahue, Roy L. 1980. Soil and Water Conservation for Productivity and Environmental Protection. Prentice-Hall, p. 251-253.
17.Larson, W. E. and Clapp, C. E. 1972. Effect of increasing amouts of organic residues on continuous crops. Agron. J. 64 : 204-208.

# Effects of Surface and Vertical Mulching with Pineapple Stubble on Soil Properties and Pineapple Plant Growth (I)[1]

C. S. Cheng[2]

## Summary

Field experiment was conducted at the Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station. The land has 8 degrees in slope facing southwestern direction. The purpose of this experiment is to compare the methods of residue mulching and the rates of fertilizer application as to their influences on the growth of pineapple plants for finding the most economical ways of utilization of pineapple stubble mulching in the slopeland orchards.

A randomized block design was employed with three replications. Seven treatments are : (A) pineapple stubble vertical mulching ; with fertilizer rate reduced to a half ; (B) clean cultivartion ; full rate of fertilizer ; (C) pineapple stubble surface mulching ; with fertilizer rate reduced to a half ; (D) pineapple stubble surface mulching ; without fertilizer ; (E)pineapple stubble vertical mulching ; without fertilizer ; (F)pineapple stubble vertical mulching ; with fertilizer rate reduced to two-third, and (G) pineapple stubble surface mulching ; with fertilizer rate reduced to two-thirds.

Tne results obtained are summarized :

(1) The treatment of pineapple stubble vertical mulching, with the fertilizer rate reduced to two-thirds, gave the best pineapple growth at the heading stage.

(2) During the dry seasons, the moisture content of soil in the clean cultivation plots was significantly lower than that in any other treatment for the 1st year pineap-

---

1. Contribution No. 1156 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant Soil Scientist, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI, Fengshan City, Kaohsiung, Taiwan 830, ROC.

ple. For the 2nd-4th year pineapple, however, the two treatments without fertilizer had a soil moisture content significantly lower than those of the other treatments.

(3) The treatment of pineapple stubble vertical mulching, with the fertilizer rate reduced to two-thirds, resulted in a better soil aeration, higher infiltration and water retention as compared to other treatments, but the effect became less with time.

(4) All Stubble mulching treatments increased soil organic matter contents, exchangeable potassium and available phosphorus and thus saved the rate of fertilizer application.

(5) As for pineapple yield of two harvests, there was no significant difference among treatments of clean cultivation with full rate of fertilizer, pineapple stubble vertical mulching with the fertilizer rate reduced to two-thirds and pineapple stubble surface mulching with the fertilizer rate reduced to two-thirds. However, the yield was lowest in the treatments without fertilizer application.

It is concluded stubble mulching can save about one-third of fertilizer application for pineapple and gives better chemical and physical properties of the soil. Furthermore, surface mulching requires no plowing of the soil and thus saves labour and reduces soil loss.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）33(2)：153～158（1984）

# 二氧化硫爲害臺灣重要作物徵狀診斷研究[1]

林茂盛　陳美華　張瑞明[2]

**摘要**：本報告係空氣汚染農作物系列研究之一，其中特別著重二氧化硫爲害作物之外表徵狀與內部結構之改變薰蒸試驗於一個可以控制溫度、溼度和光度之生長箱內進行。試測作物包括水稻、玉米、甘蔗、甘藷、香蕉、大豆、綠豆、花生、蕃茄、菸草、木瓜、蕃石榴、胡瓜、冬瓜、青椒、包心菜、空心菜、小白菜、白蘿蔔、櫻桃蘿蔔、花椰菜、高麗菜、洋葱、菊花、彩葉芋、彩葉草、指甲草、蕨類、落地生根、百慕達草等30種。作物受害徵狀約可分爲5類，但主爲葉尖、葉緣乾枯，葉脈間呈白褐或黃褐或紅褐狀斑塊物或斑點狀，受害嚴重時，植株全被漂白脫水而致凋萎。不同濃度二氧化硫之爲害，因作物種類不同而異。另以石腊切片鏡檢與超薄切片電子顯微鏡檢視，發現作物受害主要發生於葉肉細胞內之葉綠體部分。其中之 grana 和 frct 先膨脹後再斷裂成顆粒狀聚集，葉綠體膜也溶解消失。

根據臺灣省環境衛生實驗所（今省環保局）之調查資料顯示[1,2]臺灣地區主要空氣汚染物依次爲二氧化硫、氯氣及氟化氫三種。二氧化硫之來源一爲化石燃料如煤及原油之燃燒而排放，一爲硫氧化物有關製造工廠所排放。可能發生二氧化硫汚染的工廠，如硫酸廠、煉油廠、煉銅廠、火力發電廠、磚窯廠及一般工廠之重油鍋爐等。本省有關空氣汚染作物之研究非常缺乏，常須引用美日諸國之資料，但此等資料大多適用於溫帶作物，對於亞熱帶地區的臺灣並不太適用。爲求了解臺灣主要作物受二氧化硫爲害的徵狀，特選定民國七十年、七十一年度臺灣地區受空氣汚染爲害農作物[3,4]爲主，進行薰蒸試驗，俾建立本省重要作物受二氧化硫爲害之圖鑑，以供日後空氣汚染爲害鑑定之參考。

## 材料與方法

一、植物材料：包括水稻、玉米、甘蔗、甘藷、香蕉、大豆、綠豆、花生、蕃茄、菸草、木瓜、蕃石榴、胡瓜、冬瓜、青椒、包心菜、空心菜、小白菜、白蘿蔔、櫻桃蘿蔔、花椰菜、高麗菜、洋葱、菊花、彩葉芋、彩葉草、指甲草、蕨類、落地生根、百慕達草等30種。

二、植物栽培：（一）水稻由種子播種長成秧苗後，栽種在$\frac{1}{5000}$Acre 盆栽盆內，土壤由農試所農場中取得。（二）果樹如香蕉係採自田間蕉園幼蕉，蕃石榴由果苗圃取得幼株。甘蔗、甘藷、彩葉草、落地生根等採用扦插繁殖。菊花、彩葉芋、指甲草、蕨類等採用分枝繁殖。其他則用種子播種。（三）除水稻、香蕉外，其他皆採用5吋至7吋口徑的塑膠盆，盆栽土是1：1泥炭土（peat）以及蛭石（Vermiculite）混合而成。使用自動澆水設備供給植物生長所需之養分，此營養液係採用美國園藝學會基本營養液（$\frac{1}{2}$濃度之Hoaglands's Solution）。

三、薰蒸設備：生長箱可控制溫度、溼度、光度。本試驗之溫度爲晝 25°C，夜 20°C，相對溼度

---

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1157 號。本研究曾獲農發會補助（72農建—4.1—產178）。試驗初期規劃，由本所前約聘技師鄖咸白博士主持及指導。

2.本所農化系助理研究員、助理、助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

70%，光線强度爲 7000 Lux 。薰蒸箱設於生長箱內，由壓克力製成，箱內對角之上方有兩個循環扇，可使氣體充分混合，並可減少植物葉面界面阻力 (Boundary Layer resistance)。濃度稍高的 $SO_2$ 氣體裝在鋼瓶中，由調節器調節其流量後通到氣體混合裝置， 與由氣體壓縮機打出之空氣以適當比率混合，再通入薰蒸箱內，此薰蒸箱完全密閉，僅留一孔使空氣與 $SO_2$ 混合氣體，經由 Teflon 管將氣體引導到 $SO_2$ 分析儀 ，而連續的記錄其濃度 。$SO_2$ 的測定係由 Thermoelectron model 43 pulsed fluorescent $SO_2$ analyzer 測定之，此 analyzer 用 Thermoelectron model 43 permeation calibrator 校正。

四、薰蒸試驗：植物於溫室中生長至最盛期時，移至薰蒸箱 (未通 $SO_2$ 氣體) 內，讓其在此箱中一段時間以適應人工環境後，再移入有 $SO_2$ 氣體之薰蒸室內進行試驗。薰蒸一晝夜後再將植物放回溫室 2 至 3 天左右，讓其受害情形顯示出來，記載植株受害情形，並拍攝受害圖片。

五、石腊切片觀察植物受害情形：取受害葉子切塊，經固定 (Craff Ⅲ soln) 、脫水 (n-butanol, 95% Et-OH, $H_2O$) 包埋 (n-butanol+paraffin) 、 切片、 脫腊、脫水 (xylene, Et-OH) 、染色 (1% Safranin O 等) 手續後，於顯微鏡 (Nikon Microflex HFX) 下觀察照相。另取正常生長葉片做爲對照。

六、超薄切片電子顯微鏡觀察植物受害情形：切取正常與受害葉片組織塊 ， 經固定 (Glutaraldehyde in P-buffer, osmium tetroxide in distd. $H_2O$) 、 脫水 (Et-OH, Propylene Oxide & Spurr) 、樹脂包埋，再於 Sorval MT-2B (Du Pont) 超薄切片機切片後染色，最後於 Hitachi H-300 穿透式電子顯微鏡下檢視切片及照相。

## 結果與討論

### 一、二氧化硫爲害臺灣作物之徵狀診斷：

植物受二氧化硫爲害之徵狀，先爲水漬狀斑點或斑塊，然後逐漸於葉尖、葉緣乾枯，葉脈間呈白褐、黃褐或紅褐狀斑塊物或斑點狀，受害嚴重時，植株全被漂白脫水而致凋萎 [5,6,7,8] 。作物受二氧化硫爲害之徵狀大致如上所述，但每一種不同的作物有其特定的受害特徵，如果要了解每一種作物之受害實況，而做爲田間作物空氣污染物受害鑑定之用時，則必須參考每一種作物彩色受害圖片及圖鑑 (本研究室正製作中) ，此處限於篇幅，不克一一列擧各種作物受害圖片，僅將作物受害情形分成幾大類，每一類擧出一代表性圖片，以供參考： (一) 單子葉植物葉片中呈現許多褐色條紋斑者，如水稻 (圖 1 ) 先呈現漂白狀條紋後，再於白色條紋外緣又變成一圈黃褐狀物；又如甘蔗先產生漂白狀條紋或斑塊，繼轉成黃褐色後再於其外圍形成一些紅褐斑紋。 (二) 植物於葉脈間隙產生水漬狀傷害後，再轉成漂白狀白化斑塊者，如木瓜 (圖 2 ) ，又如白菜葉緣亦白化，高麗菜除白化外，葉緣也可能捲曲，其他如空心菜、包心菜、青椒、白蘿蔔、花椰菜、彩葉芋等亦有類似之白化、灰白化或灰褐化乾枯之受害徵狀 (三) 植物受害部位主要發生於葉尖者，通常爲草類，如百慕達草，葉尖先白化後再轉成黃褐狀乾枯捲曲，又如洋葱則先於葉尖 (及其他部位) 灰白化後，轉成黃褐狀乾枯捲曲，他如玉米常於葉尖葉緣產生漂白化乾枯。(四)植物於葉脈間隙產生黃褐狀之斑點或斑塊者，如胡瓜 (圖 3 ) 爲葉脈間黃褐斑塊，而甘藷爲葉間產生許多小黃色斑點，而多瓜、綠豆除了脈間黃化外，還可能產生褐銹斑塊，花生則爲葉緣一周黃褐狀物，落地生根亦沿葉緣乾枯，蕨類植物爲沿小葉脈乾枯，或者整片小葉乾死，香蕉爲葉間黃褐或灰褐色斑點或斑塊，其他如大豆、蕃茄、櫻桃蘿蔔、菸草、菊花、彩葉草、指甲草等皆爲葉脈間黃褐化斑點或斑塊 (五) 植物於葉脈間產生紅褐狀斑塊物，如蕃石榴 (圖 4 ) ，受害初期先於脈間產生水漬狀漂白斑，繼而成爲黃褐斑，最後轉變成爲紅褐斑。 (六) 高濃度下嚴重傷害時，植物植株綠色部分全被漂白，而致整株凋萎。

### 二、作物對於二氧化硫之敏感性

各種作物對於二氧化硫之敏感性各不相同，有些於低濃度下即可受害，有些則於甚高濃度下尚可

生存。作物對於二氧化硫之敏感性又受環境因子之影響甚大，如溫度、光度、溼度等，甚難一概而論。今僅就初步試驗結果，依作物受害程度粗分爲强受害、中等受害、輕微受害等三級（將來依環境因子做進一步的修正），（一）强受害，即植物於低於 1ppm 濃度二氧化硫（24小時薰蒸）下即可顯現受害徵狀者，如洋葱、大豆、玉米、木瓜、菊花、彩葉草、蕨類、落地生根、彩葉芋等（二）中等受害，即植物於 1—2ppm 濃度間，始產生受害徵狀者，如水稻、甘藷、綠豆、胡瓜、空心菜、多瓜、青椒、蕃茄、櫻桃蘿蔔、菸草、小白菜、蕃石榴、指甲草、百慕達草等，（三）輕微受害，即植物須於二氧化硫濃度高於 2ppm 以上時，始可發生受害徵狀者，如甘蔗、香蕉、花椰菜、高麗菜、白蘿蔔、包心菜、花生等等。

**三、二氧化硫處理過作物葉部組織之石腊切片鏡檢與超薄切片電子顯微鏡觀察．**

以二氧化硫處理過之甘蔗、甘藷、香蕉、綠豆、空心菜、胡瓜、洋葱和木瓜等八種作物的葉部石腊切片觀察鏡檢，發現植物受害係因葉細胞葉綠體被破壞，先膨脹而後脫水萎縮，是屬於氧化漂白作用（如圖５、６）。另以上述處理過之作物（木瓜除外）行超薄切片以電子顯微鏡觀察葉綠體內部被破壞之情形，發現葉綠體內之 grana 和 frets 先膨脹後再分散，之後可能斷裂或成扭曲狀或破碎成顆粒狀，最後葉綠體膜亦被溶解而消失（如圖７）。植物因葉綠體被破壞，內含物變形變質而光合作用能力也喪失。

## 參考文獻

1.臺灣省空氣污染影響農業實況調查及空氣污染區域改善研究工作報告・1978・臺灣省環境衛生實驗所。

2.臺灣省空氣污染影響農業實況調查及空氣污染區域改善研究工作報告・1979・臺灣省環境衛生實驗所。

3.臺灣省空氣污染影響農業實況調查改善及試驗研究工作報告・1981・臺灣省環境衛生實驗所。

4.臺灣省空氣污染影響農業實況調查改善及試驗研究工作報告・1982・臺灣省環境衛生實驗所。

5.大氣汚染による農作物被害症狀の標本圖譜・1976・農林省農林水産技術會議事務局。

6. Lacasse, N. L. and M. Treshaw (eds.). 1978. Diagnosing vegetation injury caused by air pollution. U. S. Environmental Protection Agency Handbook.

7. Manning, W. J. and W. A. Feder. 1980. Biomonitoring air pollutants with plants. Applied Science Pub., London.

8. Mudd, J. B. and T. T. Kozlowski (eds.) 1975. Response of plants to air pollution.

| 圖 1. | 圖 3. |
|---|---|
| Figure 1. | Figure 3. |
| 圖 2. | 圖 4. |
| Figure 2. | Figure 4. |

圖 1. 二氧化硫爲害水稻之情形。（褐色條紋斑）
**Figure 1.** $SO_2$ injury to rice (brown streaks)
圖 2. 二氧化硫爲害木瓜之情形。（脈間白化）
**Figure 2.** $SO^2$ injury to papaya (interveinal ivory)

圖 3. 二氧化硫爲害胡瓜之情形。（脈間褐化）
**Figure 3.** $SO^2$ injury to cucumber (interveinal browning)
圖 4. 二氧化硫爲害蕃石榴之情形。（脈間紅褐化）
**Figure 4.** $SO^2$ injury to guava (interveinal reddish-browning)

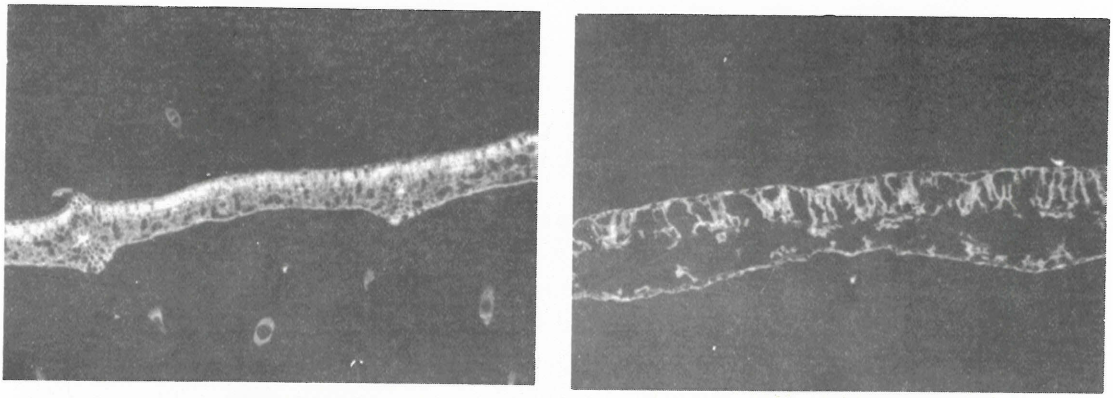


**圖 5.** 二氧化硫處理過之綠豆葉部切片，20倍。
(左) 正常生長下綠豆 (右) 二氧化硫處理過綠豆
**Figure 5.** Paraffin sections of mungbean leaves treated with $SO_2$ (×20)
(Left) Normal plant (Right) plant treated with $SO_2$

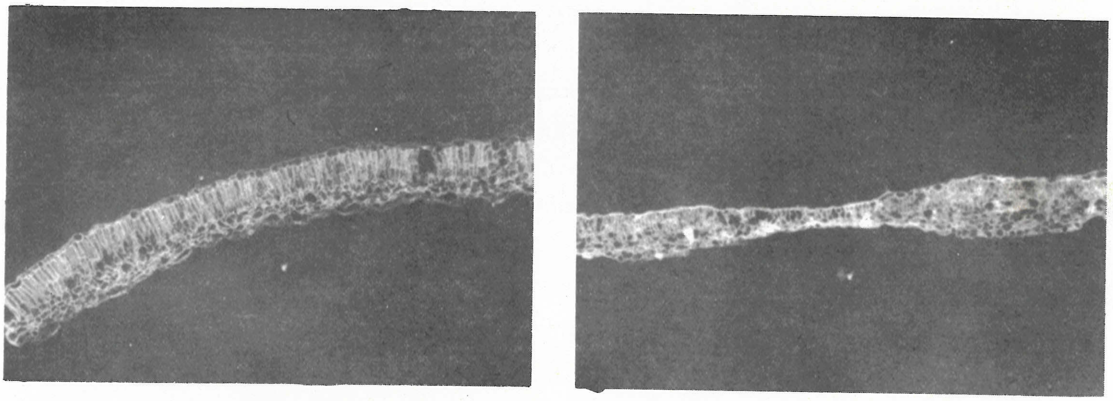


**圖 6.** 二氧化硫處理過之甘藷葉部切片，20倍。
(左) 正常生長下甘藷 (右) 二氧化硫處理過甘藷
**Figure 6.** Paraffin sections of sweet potato leaves treated with $SO_2$ (×20)
(Left) Normal plant (Right) plant treated with $SO_2$

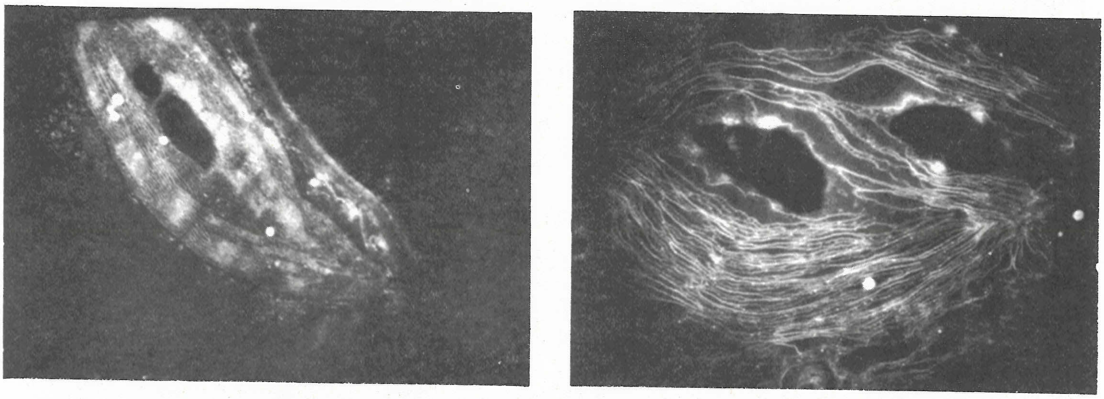


**圖 7.** 二氧化硫處理過甘藷葉綠體電子顯微鏡照相，20,000倍。
(左) 正常生長下甘藷 (右) 二氧化硫處理過甘藷
**Figure 7.** Electron microscopy of the chloroplast of sweet potato leaves treated with $SO_2$ (×20,000)
(Left) Normal plant (Right) plant treated with $SO_2$

# Research on $SO_2$ Injury to Important Crops of Taiwan[1]

Maw-sheng Lin, Mei-hua Chen and Jui-ming Chang[2]

## Summary

This is the first part of a series of research on air pollutants injury to important crops of Taiwan. This research is aimed at studying symptons of $SO_2$ damage and the disorder of the chloroplast after $SO_2$ treatments. The $SO_2$ fumigation has been carried out in a transparent acrylic resin chamber fitted in a growth chamber with controlled temperature, moisture, and light intensity. The tested plants include rice, corn, sugar cane, sweet potato, soybean, mungbean, peanut, tomato, tabacco, papaya, guava, cucumber, wax gourd, green pepper, Chinese cabbage, green onion, chrysanthemum, fern, bermuda grass and four garden plants. Acute $SO_2$ injury to crops consists of interveinal (white, brown and reddish brown, etc. ) and marginal bleaching. The whole plant will be bleached and wilted and eventually died in a severe $SO_2$ damage. Relative sensitivity of crops to $SO_2$ injury varied among crop species. The ultrastructure of plants after $SO_2$ damage was also studied. The paraffin section technique and trans mission electron microscopy revealed a breakdown of the chloroplast after $SO_2$ treatment. The observed alterations in the chloroplast were a swelling of the grana and frets, a granulation of the stroma, and followed by a degradation of the chloroplast envelope and an aggregation of the cellular material.

---

1. Contribution No. 1157 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported in part by a grant from the Council for Agricultural Planning and Development, Executive Yuan, Republic of China. We would like in particular to thank Dr. Allen, S. P. Lang, a visiting scientist, for his assistance and instruction in the instrumental design and operation.

2. Assistant Agricultural Chemist and Assistants, respectively, TARI, Wu-feng, Taichung Hsien, Taiwan431, R. O. C.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）33(2)：159～168（1984）

# 瓊麻濃縮葉蛋白之抽取試驗[1]

林　禮　輝[2]

**摘要**：瓊麻（*Agava sisalan*）葉片及其製痲痲渣中含有6－9%粗蛋白，其中以水溶性及碱溶性蛋白質佔大部分，約爲純蛋白質之85%。葉蛋白之抽出則以水及0.03—0.1N 氫氧化鈉溶液爲最佳溶媒。加稀鹽酸調節 pH 值至 3.5—4.0，則爲較適宜之蛋白質凝聚法。蛋白質回收率依原料不同而異，鮮瓊痲葉片，濕式製痲痲渣及乾式製痲痲渣分別爲47%、66%及30%。

經一般成分及胺基酸組成分析結果發現，瓊痲濃縮葉蛋白之粗蛋白質含量28.4%，粗脂肪30.2%，粗纖維4.5%，灰分8.8%；必須胺基酸中則以羥丁胺酸及蛋胺酸含量稍低。將葉蛋白產品再經脫脂處理後可使粗蛋白質含量提高至38%。抽取蛋白後之殘渣仍含有多量粗纖維及碳水化合物。

植物莖葉經壓榨後可以得到含有大量蛋白質成分之綠色漿汁稱之爲葉蛋白（Leaf protein）。將葉蛋白以凝聚沈澱及分離處理後所得到之固物形則稱爲濃縮葉蛋白（Leaf protein concentrate）[9]，簡稱 LPC。目前已有許多植物的莖葉被嘗試抽取其濃縮葉蛋白作爲補充飼料或糧食，以補人類蛋白質資源之不足[4,5]。

本省瓊痲年產量約8至9萬公噸，除製成纖維三千公噸[2]，利用率僅3.5%外，痲渣多屬廢棄物，殊爲可惜。由於瓊痲產地集中，製痲工作四季不斷，且痲渣已經經過切斷、打碎及浸軟等原料處理過程，所以自瓊痲莖葉廢棄物抽取葉蛋白作爲飼料蛋白資源時，具有原料價格低廉，取得容易，作業簡化，產地集中及不受季節影響等優點。此外尚有提高瓊痲收益，改善堆積場所環境之利益。抽取葉蛋白後之殘餘物質可再考慮作爲沼氣醱酵原料，生產地域性能源。

本試驗係對鮮瓊痲及工廠廢棄之乾痲渣與濕痲渣等進行成分分析後，再以各種葉蛋白抽出及蛋白質沈澱方法加以處理，比較其抽取葉蛋白之效果。對於乾燥之濃縮葉蛋白成品進行一般成分與胺基酸組成分分析，俾能了解其蛋白質品質及營養價值。抽取葉蛋白後之殘餘物亦加以分析，期能了解其再利用之可行性。

## 材料與方法

一、供試材料：

鮮瓊痲（*Agava sisalana,* ，英名 Sis al）：本所恆春工作站附近栽培之瓊痲，經刈痲刀刈下之葉片。

乾痲渣（Dried sisal residue）：經工廠自動採纖機不經水洗方式採纖後所殘留之廢棄葉肉。

濕痲渣（Wet sisal residue）：經水洗方式採纖後所得到的洗痲廢水中所含有之固形物，亦即廢棄葉肉。

二、葉蛋白抽出方法：以濃度爲0、0.001、0.01與 0.1N 之醋酸、鹽酸、氯化鈉、氫氧化鈉及銨

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1158 號。

2.本所農業化學系助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

水等溶液與瓊麻葉片或濕麻渣混合攪碎，溶液使用量爲原料之2.5倍，連續抽出兩次後，以150目篩網過濾分離即可得到葉蛋白汁液。乾麻渣則加入 2.5倍量水或不同濃度氫氧化鈉溶液後以石磨機磨出葉蛋白漿汁，殘渣再以同樣方法抽取一次。

三、葉蛋白沈澱方法：將葉蛋白汁液以靜置24小時，加酸調節至 pH3.5 或4.0，加熱至 50°C或80°C 等 5 種方法處理，俟其沈澱後再予離心分離，沈澱物於50°C下乾燥後進行分析。

四、一般成分分析：水分，粗蛋白質，粗脂肪 （乙醚抽出物） ，粗灰分及粗纖維等係依據美國 A. O. A. C. 方法分析之[7]。全醣及五碳醣含量係依據實驗農藝化學分析法分析之[3]。

五、蛋白質組成分析：水溶性、鹽溶性、醇溶性及鹼溶性蛋白分析方法係分別取試料20克，各加20倍容量之溶劑振盪 2 小時後，以離心器（3,500r. p. m.）分離；取一定量上澄液以Gunning 修正法測定之[8]，使用之溶劑則爲水，5 %食鹽液，60%酒精及 0.4% 氫氧化鈉溶液。不溶性蛋白含量係將粗蛋白減去可溶性蛋白及游離氮之值。

六、胺基酸組成分析：供胺基酸分析之樣品秤取500毫克，置於細頸試管中，加入10毫升 6N鹽酸，抽成眞空後封口，置110°C 下水解24小時，經過濾及抽乾鹽酸後，加入pH2.2醋酸緩衝液，取約含一毫克蛋白質之水解物，注入 Yanagimoto Model LC-5A 自動胺基酸分析儀中測定之。

## 結果與討論

### 一、供試原料成分之比較：

由於目前瓊麻的主要利用成分爲纖維，因此除了瓊麻纖維 （Sisal fiber） 組成與性質被廣泛分析外，有關瓊麻之一般組成分分析資料，至今未能收集得到。

瓊麻纖維之取得大致經由兩種方式：（1）直接刮肉分離纖維後將麻渣堆積現場，此爲乾式採纖法；（2）於刮肉同時噴水洗滌纖維，麻渣與水一同由水溝送到廢棄場所，此稱濕式採纖法。兩種方法在使用上各有利弊，而以後者使用較多。由於處理方式不同，得到的廢棄麻渣性質成分亦有差異。表 1 所示即鮮瓊麻葉片，乾麻渣與濕麻渣之一般組成分分析值。表 2 爲瓊麻葉片之蛋白質區分。

### 二、瓊麻葉蛋白抽出方法之比較：

取100克瓊麻葉片，以不同的抽出液500毫升，分兩次抽出葉蛋白汁液。抽出液加鹽酸或鹼液調至pH4.0，靜置24小時後離心得到之葉蛋白沈澱物，經 50°C 乾燥後分析其粗蛋白質含量，並計算產品收量及蛋白質回收率。

由表 3 不同抽出液對瓊麻葉蛋白抽出效果之比較可以看出，以水，0.001N 醋酸及0.1N氫氧化鈉

**表 1**：瓊麻葉片與製麻麻渣之一般成分分析值

**Table 1.** Composition of Sisal leaf and its residues of fiber manufacture

（%乾物重）

| 種類 Substrates / 項目 Items | | 瓊麻葉 Sisal leaf | | | 濕麻渣Wet residue | 乾麻渣 Dry residue | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | (1) | (2) | (3) | | (1) | (2) |
| 乾物重（%） | Dry product | 16.87 | 14.61 | 17.26 | 5.71 | 13.17 | 11.57 |
| 粗灰分 | Ash | 9.12 | 7.38 | 8.94 | 11.73 | 17.96 | 17.70 |
| 粗蛋白 | Crude protein | 6.61 | 4.75 | 5.43 | 9.46 | 7.87 | 6.74 |
| 粗纖維 | Crude fiber | 25.46 | 27.35 | 29.32 | 51.58 | 14.05 | 3.31 |
| 粗脂肪 | Crude fat | 3.83 | 2.64 | 3.40 | 4.87 | 2.75 | 16.13 |
| 全醣 | Carbohydrates | 27.37 | 57.88 | 52.91 | 22.36 | 57.37 | 56.12 |
| 五碳醣 | Pentosane | 13.91 | | | | | |

表 2 ：瓊麻葉片之蛋白質區分

**Table 2.** Partition of Sisal leaf protein

| 組成分 | Composition | 含量 Content (%) | 區分 Partition (%) |
|---|---|---|---|
| 粗蛋白質 | Crude protein | 6.61 | 100 |
| 純蛋白質 | Simple protein | 4.56 | 69 |
| 游離氮 | Free nitrogen | 2.05 | 30 |
| 可溶性蛋白質 | Soluble protein | 3.35 | 50.7 (100%) |
| 水溶性蛋白 | Albumin | 1.17 | (34.9) |
| 鹽溶性蛋白 | Globulin | 0.29 | (8.7) |
| 鹼溶性蛋白 | Glutelin | 1.65 | (49.3) |
| 醇溶性蛋白 | Prolamin | 0.24 | (7.2) |
| 不溶性蛋白質 | Insoluble protein | 1.21 | |

表 3 ：不同溶液對瓊麻葉蛋白抽出效果之比較

**Table 3.** Effect of extrate solutions on the extraction of sisal leaf protein

| 抽出液 | Extrate soln. | 產品收量 (乾物重) Product (g. dry wt.) | 粗蛋白質 Gude protein (%) | 蛋白質抽出率 Protein recovery (%) |
|---|---|---|---|---|
| 水 | $H_2O$ | 1.07 | 23.3 | 22.3 |
| 醋酸 | Acetic acid 0.01N | 1.04 | 25.7 | 24.1 |
| 醋酸 | 0.01N | 0.75 | 28.7 | 19.2 |
| 鹽酸 | Hydrochloric acid 0.001N | 0.76 | 35.0 | 24.6 |
| 鹽酸 | 0.01N | 0.75 | 39.5 | 25.5 |
| 鹽酸 | 0.1N | 0.69 | 38.6 | 24.0 |
| 氯化鈉 | NaCl 0.01N | 0.71 | 39.2 | 25.0 |
| 氯化鈉 | NaCl 0.1N | 0.61 | 38.5 | 21.1 |
| 氯化鈉 | NaCl 1 N | 0.93 | 30.2 | 25.2 |
| 銨水 | Ammonia water 0.001N | 0.86 | 40.2 | 30.8 |
| 銨水 | Ammonia water 0.01N | 0.76 | 39.0 | 26.7 |
| 銨水 | Ammonia water 0.1N | 0.92 | 41.9 | 34.7 |
| 氫氧化鈉 | NaOH 0.001N | 0.90 | 39.5 | 31.8 |
| 氫氧化鈉 | NaOH 0.01N | 0.88 | 38.2 | 30.1 |
| 氫氧化鈉 | NaOH 0.1N | 1.08 | 41.1 | 39.8 |

表 4：不同溶液抽出與不同蛋白質凝聚處理對瓊麻葉蛋白抽取之影響

**Table 4.** Effects of extract solution and protein coagulation treatment on the extraction of sisal leaf protein

| 抽出液 Extract solution | 蛋白質凝聚處理 Coagulation treatment | 產品收量（乾物重）Product (g. dry wt.) | 粗蛋白質 Crude protein (%) | 蛋白質抽出率 Protein recovery (%) |
|---|---|---|---|---|
| 水 $H_2O$ 250ml 250ml | 靜置24小時 | 0.76 | 24.3 | 19.7 |
| | pH 4.0 | 0.76 | 28.8 | 23.5 |
| | pH 3.5 | 0.76 | 32.0 | 26.0 |
| | 50°C | 0.65 | 34.2 | 23.5 |
| | 80°C | 0.64 | 31.0 | 21.2 |
| 氫氧化鈉 NaOH 0.001N 250ml 水 $H_2O$ 250ml | 靜置24小時 | 0.83 | 23.2 | 20.5 |
| | pH 4.0 | 0.87 | 26.9 | 23.1 |
| | pH 3.5 | 0.84 | 28.5 | 23.4 |
| | 50°C | 0.73 | 31.8 | 24.6 |
| | 80°C | 0.71 | 31.0 | 23.5 |
| 氫氧化鈉 NaOH 0.01N 250ml 水 $H_2O$ 250ml | 靜置24小時 | 0.68 | 21.1 | 15.3 |
| | pH 4.0 | 0.81 | 30.9 | 26.7 |
| | pH 3.5 | 0.80 | 29.3 | 25.0 |
| | 50°C | 0.65 | 19.7 | 13.8 |
| | 80°C | 0.59 | 31.0 | 19.5 |
| 氫氧化鈉 NaOH 0.1N 250ml 水 $H_2O$ 250ml | 靜置24小時 | 0.23 | 13.9 | 3.5 |
| | pH 4.0 | 1.15 | 36.6 | 44.7 |
| | pH 3.5 | 1.19 | 37.1 | 47.1 |
| | 50°C | 0.21 | 15.2 | 3.4 |
| | 80°C | 0.24 | 15.5 | 4.0 |

抽出時能得到較多的產品收量。然而，就成品中之粗蛋白質含量而言，則以氨水或氫氧化鈉等碱性溶液效果較好。表 2 之瓊麻葉蛋白成分中可溶性蛋白質組成主要爲鹼溶性及水溶性蛋白質，因此以鹹性水溶液抽出應能得到較高的蛋白質抽出率；以醋酸溶液抽取時雖能得到較多的產量，但可溶性蛋白中之鹼溶性蛋白將無法回收而導致成品蛋白質含量偏低之現象。此試驗結果顯示以0.1N 氫氧化鈉抽出時可以得到最大的產品收量，粗蛋白質含量及蛋白質回收量，每100克瓊麻葉可得到1.8克濃縮葉蛋白，粗蛋白質含量41%，蛋白質回收率約40%。

**三、瓊麻葉蛋白沈澱方法比較：**

利用蛋白質遇酸遇熱時會自行凝聚之原理，將用水及不同濃度之氫氧化鈉溶液抽出之瓊麻葉蛋白液，以加鹽酸調至pH4.0或3.5，與加熱至50°C或80°C等方法使之凝聚沈澱，而與靜置24小時自然沈澱法相比較，尋求最適宜之葉蛋白凝聚沈澱法。表 4 所示即不同蛋白質凝聚處理之瓊麻葉蛋白回收效

果之比較。由表 4 可見加酸調節至 pH3.5或4.0時可以得到良好的蛋白質回收效果。抽出液鹼性增强時，蛋白質凝聚處理方式對蛋白質回收量之影響也增大。靜置法比加熱法得到稍多的產品收量，但蛋白質回收量反而少，可見加熱法對蛋白質回收亦有助益。試驗結果顯示瓊麻葉蛋白之製造法以添加葉片2.5倍量之 0.1N 氫氧化鈉溶液抽出一次後，再以水抽出一次，將抽出液添加鹽酸調節至 PH3.5 後離心收集沈澱，於 50°C 下乾燥之效果為最好。依此方法抽出時每100克鮮原料約可得到1.2克濃縮葉蛋白成品，粗蛋白質含量約為37%，蛋白質回收量達47%。

**四、濕式製麻麻渣及洗滌水之葉蛋白抽取：**

由於製麻過程中有許多水溶性成分，如蛋白質、礦物質、醣類及水溶性維生素會流失於洗滌水中；若能加以回收，不但可得到濃縮葉蛋白成品，亦可減少廢水中之有機污染質；所以將濕式製麻廢水分為濕麻渣及洗滌水兩部分加以處理。

在洗滌水中添加鹽酸調節至pH4.0，靜置俟其沈澱後予以分離，風乾後以50°C乾燥之；則每公升洗滌水可以收回1.4—2.0克乾物重之濃縮葉蛋白成品，其粗蛋白質含量達25.8—30.9%。

將濕麻渣以水及0.1N氫氧化鈉抽出，再加鹽酸調節 pH 值至4.0，然後回收濃縮葉蛋白。表 5 所示即濕麻渣之濃縮葉蛋白抽取效果。由此表中可以看出以 0.1N 鹼液抽出較用水為好。又，由於濕麻渣之鮮原料中含水量較瓊麻葉片為高，因此單位鮮原料 100克所得到的產品收量亦較低。比較洗滌水及濕麻渣所得到葉蛋白產品之粗蛋白質含量可以看出，瓊麻葉片在加工洗滌時，流入洗滌液之蛋白質所佔比例較低，大多仍存在於濕麻渣內。

**表5**：濕麻渣之濃縮葉蛋白抽取效果

**Table 5.** Extraction efficiency of sisal leaf protein concentrate extracted from wet residues

| 抽出液 Extract solution | | 產品收量（乾物重） Product (g. dry wt) | 粗蛋白質 Crude protein (%) | 蛋白質抽出率 Protein recovery (%) |
|---|---|---|---|---|
| 水 $H_2O$ | 250ml<br>250ml | 0.61 | 38.3 | 43.3 |
| 氫氧化鈉 NaOH 0.1N<br>水$H_2O$ | 250ml<br>250ml | 0.80 | 44.5 | 65.9 |

**五、乾麻渣之濃縮葉蛋白抽取：**

將乾麻渣以瓊麻葉蛋白之抽取法加以處理，收集其葉蛋白產品並分析其蛋白質含量，結果如表 6 所示。由表 6 顯示乾麻渣抽出之產品收量及蛋白質回收率均顯著低下，且以0.1N 氫氧化鈉抽出效果最差。推究其原因可能是乾麻渣在堆積期中蛋白質組成發生變化，或是以果汁機打碎（mixing）之方法不適用於乾麻渣之葉蛋白抽取。表 7 所示為將乾麻渣改以石磨（stone mill）研磨（milling）打漿後所得到的葉蛋白抽取結果。由此表中可以看出採用石磨磨漿法可以提高產品收量及蛋白質回收率，但是成品中之蛋白質含量則略呈降低現象，尤其是 0.1N 鹼液抽出之蛋白質含量比稀鹼液抽出者略差。又，乾麻渣之葉蛋白凝聚法似以加熱80°C處理為最好，可以得到較高的產品收量，此結果與瓊麻葉片蛋白處理結果不同。試驗結果顯示乾麻渣之葉蛋白抽取宜以0.03N鹼液用石磨磨漿後加熱80°C或靜置24小時後，分離蛋白質之方法予以處理。

**六、瓊麻濃縮葉蛋白組成**

自洗滌水、濕麻渣及乾麻渣所得到之葉蛋白產品總稱之為瓊麻濃縮葉蛋白（Sisal LPC），其一

表6：以攪碎法自乾麻渣抽取瓊麻葉蛋白之抽出效果

**Table 6.** Extraction efficiency of sisal leaf protein extracted from dry residue by using mechanical mixing treatment

| 抽出液 Extract solution | 蛋白質凝聚處理 coagulation treatment | 產品收量（乾物重）Product (g. dry wt.) | 粗蛋白質 Crude protein (%) | 蛋白質抽出率 Protein recovery (%) |
|---|---|---|---|---|
| 250ml | 靜置24小時 | 0.69 | 33.6 | 22.5 |
| | pH 4.0 | 0.72 | 32.8 | 22.9 |
| 水 $H_2O$ | pH 3.5 | 0.76 | 32.8 | 23.9 |
| 250ml | 50°C | 0.68 | 31.2 | 20.6 |
| | 80°C | 0.78 | 33.1 | 25.0 |
| 氫氧化鈉 NaOH 0.001N 250ml | 靜置24小時 | 0.66 | 31.8 | 20.1 |
| | pH 4.0 | 0.66 | 30.7 | 19.6 |
| | pH 3.5 | 0.68 | 31.2 | 20.5 |
| 水 $H_2O$ 250ml | 50°C | 0.64 | 29.1 | 17.8 |
| | 80°C | 0.70 | 31.5 | 21.4 |
| 氫氧化鈉 NaOH 0.01N 250ml | 靜置24小時 | 0.75 | 30.2 | 21.9 |
| | pH 4.0 | 0.73 | 31.2 | 22.0 |
| 水 $H_2O$ 250ml | pH 3.5 | 0.72 | 30.4 | 21.2 |
| | 50°C | 0.69 | 29.3 | 19.5 |
| | 80°C | 0.74 | 30.7 | 22.0 |
| 氫氧化鈉 NaOH 0.1N 250ml | 靜置24小時 | 0.61 | 25.3 | 15.0 |
| | pH 4.0 | 0.61 | 26.9 | 15.8 |
| | pH 3.5 | 0.59 | 26.1 | 14.9 |
| 水 $H_2O$ 250ml | 50°C | 0.73 | 22.9 | 16.2 |
| | 80°C | 0.85 | 24.3 | 19.9 |

表7：以石磨研磨法自乾麻渣抽取瓊麻葉蛋白之抽出效果

**Table 7.** Extraction efficiency of sisal leaf protein extracted from dry residue by using stone-milling treatment

| 抽出液 Extract solution | | 蛋白質凝聚處理 Coagulation treatment | 產品收量（乾物重） Product (g. dry wt.) | 粗蛋白質 Crude protein (%) | 蛋白質回收率 Protein recovery (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 水 $H_2O$ | 250ml | 靜置24小時 | 0.79 | 24.1 | 24.5 |
| | 250ml | pH 4.0 | 0.83 | 24.4 | 26.1 |
| | | pH 3.5 | 0.84 | 24.7 | 26.7 |
| | | 50°C | 0.78 | 25.1 | 25.1 |
| | | 80°C | 0.76 | 25.4 | 24.7 |
| 氫氧化鈉 NaOH 0.01N | 250ml | 靜置24小時 | 0.86 | 26.7 | 27.8 |
| | | pH 4.0 | 0.80 | 26.8 | 27.8 |
| 水 $H_2O$ | 250ml | pH 3.5 | 0.81 | 26.7 | 27.8 |
| | | 50°C | 0.76 | 25.9 | 25.3 |
| | | 80°C | 0.81 | 27.0 | 28.3 |
| 氫氧化鈉 NaOH 0.03N | 250ml | 靜置24小時 | 0.93 | 25.5 | 30.5 |
| 水 $H_2O$ | 250ml | pH 4.0 | 0.90 | 25.6 | 29.6 |
| | | pH 3.5 | 0.89 | 25.8 | 29.7 |
| | | 50°C | 1.00 | 21.9 | 28.2 |
| | | 80°C | 0.93 | 26.8 | 32.1 |
| 氫氧化鈉 NaOH 0.1N | 250ml | 靜置24小時 | 1.07 | 19.1 | 26.4 |
| 水 $H_2O$ | 250ml | pH 4.0 | 0.86 | 25.8 | 28.6 |
| | | pH 3.5 | 0.85 | 26.2 | 28.6 |
| | | 50°C | 1.16 | 19.7 | 29.4 |
| | | 80°C | 1.31 | 19.7 | 33.2 |

般成分分析值及胺基酸組成分別列於表 8 及表 9 。

表8：瓊麻濃縮葉蛋白之一般成分分析

**Table 8.** Composition of sisal LPC

| 項目 Items | | 含量 Content (%) |
|---|---|---|
| 水分 | Moisture | 4.95 |
| 粗蛋白質 | Crude protein | 28.36 |
| 粗脂肪 | Crude fat | 30.24 |
| 粗纖維 | Crude fiber | 4.45 |
| 灰分 | Ash | 8.84 |

由表 8 可以看出瓊麻濃縮葉蛋白除了含有多量的蛋白質外尚含有30%粗脂肪。若將此葉蛋白成品予以脫脂處理則粗蛋白質含量可再提高至38.35%，且由張氏引用自 Buchanan 氏之報導中亦指出，加熱至60°C以上時，會引起脂質與蛋白結合，而使LPC之消化率降低，故用有機溶劑抽除 LPC 所含之脂質，不但可以改善LPC之顏色，且可增進其貯存性，增加葉蛋白之營養價值。

由表 9 胺基酸組成可以看出瓊麻濃縮葉蛋白中含有豐富的必需胺基酸組成，除了羥丁胺酸與蛋胺酸含量略低外，其它均能符合FAO推薦標準，可稱爲品質良好之蛋白質資源。

**七、瓊麻葉蛋白殘渣組成：**

表10所示爲瓊麻麻渣與抽取葉蛋白後之殘渣的一般成分分析值。由此表中可以看出原料麻渣中之蛋白質，脂肪均被大量抽出，而粗纖維之抽出較少，殘渣中粗纖維所含比例因此增高。在今日能源缺乏時機，高碳水化合物與高纖維性作物，均被視爲良好之酒精醱酵及沼氣醱酵原料。此葉蛋白抽取殘渣亦可作爲嫌氣醱酵原料以生產能源，不僅能使瓊麻生產達到充分利用，同時對貧瘠土壤如恆春等地亦能提供飼料蛋白資源及能量資源。

## 結　論

自瓊麻麻渣抽取濃縮葉蛋白具有原料集中、廉價、生產連續與操作簡易等優點。經稀碱液抽出，加酸沈澱或加熱 80°C 凝結處理所得到的葉蛋白成品品質良好，蛋白質含量達28%，經脫脂處理後可提高至38%，其殘餘物含有多量的纖維及碳水化合物，適宜作爲嫌氣醱酵生產能源的原料。已被抽取葉蛋白之植物雖多，至今尚無任何有關瓊麻葉蛋白之報導。本研究係室內試驗結果，若欲實際應用時，尚應進行飼料飼育動物試驗與營養試驗等。 Pirie 氏曾指出某些含有毒物質之植物，在葉蛋白抽出過程中，其有毒成分會被 pH4 之酸性水溶液移走，不存在於葉蛋白成品中[9]。又，本省畜產試驗所亦曾發表麻渣可調製成品質頗佳之青貯料，如用以飼養肉豬或犢牛時，可代普通新鮮飼料，對其發育以及各項消化成績並無不良影響[1]。由此可以想見，瓊麻濃縮葉蛋白在應用時似無安全之虞。

表 9 ：瓊麻濃縮葉蛋白之胺基酸組成

**Table 9.** The amino acid composition of sisal LPC compared with the FAO provisional pattern

| | 胺基酸 Amino acid | | 瓊麻濃縮葉蛋白 Sisal LPC | FAO 推薦標準 FAO provisional pattern |
|---|---|---|---|---|
| 必需胺基酸 Essential amino acid | 離胺酸 | Lysine | 6. 9 | 4.2 |
| | 蘇胺酸 | Threonine | 2.62 | 2.8 |
| | 纈胺酸 | Valine | 10.40 | 4.2 |
| | 白胺酸 | Leucine | 9.36 | 4.8 |
| | 異白胺酸 | Isoleucine | 5.39 | 4.2 |
| | 苯丙胺酸 | Phenyl alanine | 6.06 | 2.8 |
| | 色胺酸 | Tryptophane | * | 1.4 |
| | 甲硫胺酸 | Methionine | 1.33 | |
| 非必需胺基酸 Non-essential amino acid | 胱胺酸 | Cystine | 6.77 | 4.2 |
| | 酪胺酸 | Tyrosine | 4.05 | |
| | 丙胺酸 | Alanine | 5.22 | |
| | 甘胺酸 | Glycine | 8.23 | |
| | 脯胺酸 | Proline | 7.23 | |
| | 麩胺酸 | Glutamic acid | 9.79 | |
| | 絲胺酸 | Serine | 2.74 | |
| | 天門冬胺酸 | Aspartic acid | 4.49 | |
| | 精胺酸 | Arginine | 6.72 | |
| | 組織胺酸 | Histine | 1.88 | |
| | | | 1.62 | |

* 未測定

表 10：瓊麻麻渣與抽取葉蛋白之殘餘物成分分析值

**Table 10.** Composition of sisal residue and extracted residue of sisal LPC

| 項目 Item | 濕麻渣 Wet residue | | 物乾麻 Dry residue | |
|---|---|---|---|---|
| | 原料 Material | 抽取殘餘 Extracted resdue | 渣原 Material | 料抽取殘餘 Extracted residiue |
| 乾物量（%） Dry product | 5.71 | 24.12 | 11.57 | 26.08 |
| 粗蛋白質 Crude protein | 9.46 | 3.55 | 6.74 | 3.09 |
| 粗脂肪 Crude fat | 4.87 | 2.21 | 3.31 | 2.72 |
| 粗纖維 Crude fiber | 1.58 | 37.79 | 16.13 | 35.39 |
| 粗灰分 Ash | 11.73 | 10.47 | 17.70 | 9.32 |
| 碳水化合物 Total carbohydrate | 22.36 | 45.98 | 53.12 | 49.48 |
| 粗維纖／粗蛋白質 Crude fiber/crude protein | 5.1 : 1 | 10.6 : 1 | 2.4 : 1 | 11.5 : 1 |

## 參考文獻

1.臺灣省畜產試驗所年報臺灣省畜產試驗所編印 (1965)

2.臺灣農業年報臺灣省政府農林廳編印 (1983)

3.東京大學農學部農藝化學教室1960實驗農藝化學上卷改訂新版 p. 128, 134. 朝昌書店，東京。

4.張新雄1976科學農業24,261—271

5.張爲憲1971食品工業3, 9—18

6.劉廷英、楊瑞森1979科學發展7,1016—1021

7. Association of Official Agricultural Chemists 1970 A. O. A. S. 11th ed. Association. Washington D. C.

8. G. BCaganyraang et. al. 1966 Cereal Chemistry 43, 145.

9. N. W. Pirie 1982 Experientia 38, 28-31.

# Extraction of Leaf Protein Concentrate from Sisal[1] (Agava sisalan)

L. F. Lin[2]

## Summary

The leaves of sisal (Agava sisalan) and its fiber residue contained 5-9% crude protein. Most of them were water soluble (albumin) and alkaline soluble (glutelin) protein, about 85% of simple protein. The best solvent of leaf protein extraction were water and dilute alkaline solution. The suitable coagulation method for sisal protein is that adjust pH value to the range of 3.5 to 4.0 with dilute hydrochloric acid. The recovery of protein for fresh sisal leaves, wet fiber residue and dried fiber residue were 47%, 66% and 30%, respectively.

According to the chemical analysis and amino acid composition, the sisal LPC was found containing 28.4% crude protein, 30.2% crude fat, 4.5% crude fiber, 8.8% ash and less threonine and methionine.

Residues of protein extraction contained much more crude fiber and carbohydrate. Defat treatment could make the protein content of sisal LPC increased to 38%.

1. Contribution No. 1158 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant soil sciettiest Department of Agricultural Chemistry, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, R. O. C.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）33(2)：169～180（1984）

# 臺灣中部地區稻熱病流行學之研究[1]

簡錦忠[2]　蔡武雄[3]　楊涌祚[4]　劉　清[5]

涌祚

**摘要**：自臺灣中部三個地區（臺中縣霧峰鄉、彰化縣社頭鄉和臺南縣白河鎮）設置之試驗田，連續於民國67年及68年兩年第一期稻作，在二個或四個品種上，用二種方法調查自然發生的葉稻熱病病斑面積率，並收集試驗田空中的稻熱病菌分生胞子及記錄氣象資料（包括平均溫度、最高溫度、最低溫度、溫度範圍、溫度在 21°C～24°C 時數、平均相對濕度、最高相對濕度、最低相對濕度、相對濕度範圍、相對濕度在90%以上時數、露水時間、雨量及降雨日數），利用相關和複迴歸統計分析，探討本省中部的氣象條件與田間稻熱病病勢進展的關係。分析結果爲不同地區、年度、病斑面積率的估量（調查）方法以及品種間對稻熱病罹病程度的不同，使得各項因子對發病面積率的影響程度亦有所差異。但在各地區無論67或68年，大部份品種的病斑面積率與病斑出現後日期及累積胞子數之間有極高的相關，因此選擇此兩因子及平均溫度、溫度 21～24°C 時數、平均相對濕度、相對濕度90%以上時數與雨量等七種因子與各品種病斑面積率做複迴歸分析，結果顯示此七種因子之複相關係數頗高。但累積胞子數係隨病斑之增加而增加，故在實際利用於預測上較有困難。亦即應用此七種因子來預測病斑面積率應屬相當有效。

本省第一期稻作減收之原因，以稻熱病之加害爲主[1,2,5]。影響稻熱病發生之因素雖多，其中以氣象因素對該病之流行具最密切之關係[11,15]。在氣象因子中溫度比相對濕度之影響大，假如稻之感病性相同，而當時的溫度對病原菌之發育適合者會引起病害大流行，但分生胞子之形成及飛散亦需90%以上之相對濕度[15]。栗林等[10]以空氣中捕集之病菌分生胞子數目作爲發生預測之依據，在溫帶地域獲得相當高的相關關係。最近加藤指出胞子之發芽及侵入與露水具密切之關係[9]。在臺灣稻熱病蔓延最適合之條件爲溫度 22～25°C，相對濕度在93%以上，但地域不同影響病勢進展之主要因子可能有異[4]。因此各地氣溫，相對濕度或其他氣象因素皆可能直接影響病害之發生與進展。本研究主要之目的在探討本省中部的氣象條件下，稻熱病在田間病勢之進展，藉供發生預測之依據。

## 材料與方法

67年第一期作供試稻種爲臺南 5 號及嘉農秈 8 號，68年第一期作增加臺農67號及臺中秈 3 號等四個品種。病圃隔成四小區，每小區爲 6 × 8 公尺，四個小區以田字形排成。67年第一期作供試稻種插植對角二小區，68年第一期作每小區種植一個品種，行株距各22.5公分。每天巡視病圃一次，以確定葉稻熱病病斑最初出現日期。發病調查每小區隨機抽樣20叢，並用竹桿標示，以後皆就此固定稻叢之主蘖各葉片上各型（R. M. S. ）病斑數，個別調查記載，每三天調查一次。

---

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1159 號，本研究承中央農建計畫〔79(ARDP)-3.1-A-442 及69農建—5.1—產—073〕資助，本文第一作者曾受國科會獎助，謹此誌謝。
2.5.本所植物病理系研究員，農藝系研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3.本所嘉義農業試驗分所副研究員。臺灣省　嘉義縣　嘉義市。
4.臺中區農業改良場副研究員。臺灣省　臺中市。

各病斑型之基準爲R型病斑爲呈褐色之小斑點，M 型病斑爲圓形或橢圓形，中央灰綠色邊緣褐色之病斑，S 型病斑爲典型的病斑，紡錘形或長條形，中間爲灰白色，邊緣呈黃色，各型病斑平均面積，由植物保護中心負責算出（未發表），$R=0.024cm^2$, $M=0.077cm^2$ 及 $S=0.164cm^2$。病斑面積率之實測法，如下：

總病斑面積(A)＝$(0.164\times N_1)+(0.077\times N_2)+(0.024\times N_3)$

註：$N_1$＝S型病斑數；$N_2$＝M型病斑數；$N_3$＝R型病斑數

再求病斑面積率：即

病斑面積率（%）＝A／葉總面積×100

註：葉片面積＝調查病斑數目之當天，按晒印法（Blue print method）[14]調查葉片面積。

此外，亦用目測法估測葉稻熱病發病率，此係依據葉稻熱病罹病程度調查標準並參考標準圖[6]，各叢分別記載之。

另在病圃中央位置放置自記溫、濕度計（Sato牌），每七天更換記錄紙一次，整理統計每小時以及每天的最高、最低及平均溫度、相對濕度。雨量計（Ota 牌）記錄每小時的變化及每天的雨量。露水計[21]每天調換記錄玻璃片一次，並另用記錄紙記下露水起迄時刻及露水時間的長短。此外並設置胞子採集臺或採集器（Kramar-collins），能每天24小時分段採集胞子，即每天上午 10 時開始，連續採集24小時，每小時採 4 次，每次90秒鐘，又採集空氣調節至每分鐘20公升。其設置高度爲距田面80公分，每天換塗有粘膠的載玻片一次，胞子數目係將載玻片放在 150倍顯微鏡下鏡檢，並計算每天的胞子數。

## 結　　果

病害的流行非僅受一項因素的影響，而是受許多因子共同影響的結果。氣象爲造成稻熱病流行最主要因素[1,2,5,11,13]而各地區，年度之氣象皆不盡相同，品種間的抗病性亦有所差異[15]。爲了解各地區、年度、品種與發病的關係，本研究利用三地區二個年度第一期作的16種氣象及其他資料，〔（1）病斑出現後日數；（2）胞子數；（3）累積胞子數；（4）平均溫度；（5）最高溫度；（6）最低溫度；（7）溫度範圍；（8）溫度 21～24°C 時間；（9）平均相對濕度；（10）最高相對濕度；（11）最低相對濕度；（12）相對濕度範圍；（13）相對濕度90%以上時數；（14）露水時間；（15）雨量（臺中縣霧峰鄉，1978年未記錄雨量）；（16）降雨日數〕與二品種或四品種之田間自然發病的病斑面積率，做簡單相關及複迴歸分析。由簡單相關表（表一至表三）得知，在此三地區無論1978及1979年之第一期稻作中，空中累積胞子數與病斑出現後日數有很高之相關。不同地區、年度及品種的差別，造成病斑面積率與各項因子之相關程度亦有所不同，但各地區無論在1978或1979年，大部份品種的病斑面積率與病斑出現後日期，累積胞子數間均有極高之相關，故選擇此二因子及平均溫度、溫度 21～24°C 時數、平均相對濕度、相對濕度90%以上時數與雨量等七種因子與各品種病斑面積率做複迴歸分析，期由此分析結果進一步了解這許多氣象因子影響病斑面積率的大小程度。由各地區各品種與此七種因子之複相關係數（Multiple correlation coefficient）幾乎都極接近 1（表四、五、六）表示與病斑面積率有關的因子大多已引入此複迴歸模式中。玆將結果詳述如下。

### 一、臺中縣霧峰鄉二年供試之品種病斑面積率受各項因子影響的情形：

1978年（表一）中，胞子數，累積胞子數與病斑出現後日期之間的相關甚高，表示胞子數，累積胞子數受病斑出現後日期的影響，而胞子累積數隨著每日胞子數的增加而增加。除臺南 5 號實測法外，其他品種測量法之病斑面積率與病斑出現後日期及累積胞子數之間，皆有很高的正相關，此表示其受病斑出現後日期及累積胞子數之影響甚大，依其病斑面積率與自變因子之淨相關係數（Partial correlation coefficient）（表四）來看，嘉農秈 8 號目測法及實測法之病斑出現後日期與累積胞子數之淨相關係數皆未達顯著，但累積胞子數之淨相關係數值大於病斑出現後日期之淨相關係數。在臺

南5號目測法中累積胞子數之淨相關係數值達5％顯著水準，此表示累積胞子數對於病斑面積率的影響遠大於病斑出現後日期的影響。但在臺南5號實測法中，病斑面積率與病斑出現後日期及累積胞子數之簡單相關並不高，但其淨相關係數皆達5％顯著水準，顯示二者對病斑面積率皆有影響。在1979年由簡單相關表（表一）中，病斑出現後日期及累積胞子數之相關達0.99，此即表示累積胞子數隨病斑出現後日期的增加而增加，除臺南5號發病率用目測法測定外，其他品種目測法及實測法之病斑面積率與病斑出現後日期及累積胞子數之間的相關甚高。此表示發病越後期及累積胞子數愈多對病勢之影響愈嚴重，但經複迴歸分析後發現各品種及各測量法之病斑面積率與病斑出現後日期或累積胞子數之淨相關係數並不顯著且其值並不高，表示此二因子之純淨作用不足以成爲影響病斑面積率之主要因子。嘉農秈8號實測法病斑面積率與平均溫度及雨量之淨相關係數爲正值且顯著，表示高溫及高雨量爲主要影響病斑進展的因子而平均溫度之影響較之雨量爲大。在臺中秈3號實測法中，平均溫度及雨量之淨相關係數成負值且達5％顯著水準，此表示低溫及低雨量使病害加重，且此二因子對病斑皆有影響。嘉農秈8號目測法之病斑面積率及臺南5號實測法之病斑面積率與平均溫度之淨相關係數均達5％顯著水準。臺農67號目測法與平均溫度之淨相關係數雖不顯著，但其值甚高，顯示出平均溫度爲影響此等品種病斑面積率之重要因子。嘉農秈8號在二年度中，實測法與目測法間有極高的相關，臺中秈3號二種測量法在1979年亦有此種關係。

**二、彰化縣社頭鄉二年供試品種病斑面積率受各項因子影響的情形：**

由表二獲知此地區之稻熱病病斑出現後日期與累積胞子數之間有極高的相關，嘉農秈8號及臺南5號之實測法及目測法之間亦有高相關存在，表示累積胞子數隨病斑出現後日期之增加而增加，且實測法與目測法皆可用於測量病斑面積率。此二品種除臺南5號目測法外，病斑面積率與病斑出現後日期及累積胞子數之間有極高的相關，顯示病斑隨著病斑出現後日期及累積胞子數之增多而增多。二品種之二種測量法除臺南5號實測法外，其病斑出現後日期之淨相關係數(表五)皆達1％或5％顯著水準。表示病斑出現後日期對病斑面積率之影響較之累積胞子數爲大。在1979年中累積胞子數與病斑出現後日期之簡單相關達0.96之高，表示累積胞子數隨病斑出現後日期的增加而增加。嘉農秈8號目測法及臺南5號，臺中秈3號，臺農67號實測法之病斑面積率與病斑出現後日期，累積胞子數及最高相對濕度之間有很高的相關，表示病斑出現後日期增加，累積胞子數愈多及高相對濕度可加劇病勢的進展。臺農67號目測法病斑面積率與累積胞子數之相關爲0.61，嘉農秈8號目測法，臺南5號實測法，臺南5號與臺農67號之實測及目測法在病斑出現後日期及累積胞子數之淨相關係數皆顯著，但病斑出現後日期之淨相關係數爲負值。此表示累積胞子數對病斑面積率之影響較病斑出現後日期之影響爲大。在臺中秈3號中，累積胞子數、溫度 21～24°C 時數及平均相對濕度之淨相關係數爲正值達1％顯著水準，而平均溫度之淨相關係數爲負值且在1％水準下顯著，表示累積胞子數愈多，低溫、溫度維持在 21～24°C 的時數愈久及高相對濕度之狀況下，可使病斑增多，臺中秈3號目測法中累積胞子數之淨相關係數達5％顯著水準，而平均相對濕度之淨相關係數爲負值達5％顯著水準，此表示累積胞子數愈多，低溫、溫度維持 21～24°C 時數愈久及高相對濕度之狀況下可使病斑增多。臺中秈3號目測法中累積胞子數之淨相關係數達5％顯著而平均相對濕度之淨相關係數爲負值且達5％顯著水準，此表示多量的累積胞子數及低相對濕度爲影響病斑面積率之重要因子。臺南5號及臺農67號於兩種測量病斑面積率之方法間具有極高之相關。

**三、臺南縣白河鎮二年供試品種病斑面積率受各項因子影響的情形：**

表三爲臺南縣白河鎮1978及1979年病斑面積率與自變因子間之簡單相關，顯示空中收集到的累積胞子數受病斑出現後日期之影響甚大。在1978年嘉農秈8號並未發生病害，而臺南5號之病斑面積率顯然與病斑出現後日期，累積胞子數，最高溫度，最低溫度有關（表三）。但其病斑出現後日期及累積胞子數之淨相關係數（表六）較高。在實測法中二者皆達5％顯著水準，表示此二因子皆爲影響病斑面積率之主要因子，而在目測法中僅累積胞子數之淨相關係數顯著顯示累積胞子數之影響較其他因子爲大。實測及目測法之相關極接近1，在1979年嘉農秈8號及臺中秈3號於此年度中未發病。臺南

表一：臺中縣霧峰鄉1978、1979年第一期作中氣象因子，空中胞子數及各品種之病斑面積率間的簡單相關

**Table 1.** Correlations among disease intensity, climatic and biological factors at Wu-feng, Taichung in 1978 and 1979

1 9 7 9 年

| * | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | 0.17 | 0.99 | 0.05 | 0.05 | 0.10 | −0.03 | −0.06 | 0.03 | −0.22 | 0.03 | −0.05 | 0.29 | −0.11 | 0.35 | 0.09 | 0.95 | 0.92 | 0.94 | 0.28 | 0.97 | 0.97 | 0.97 | 0.71 |
| 2 | 0.75 | | 0.21 | 0.00 | 0.10 | 0.22 | −0.08 | 0.32 | 0.09 | 0.05 | 0.20 | −0.21 | 0.06 | 0.07 | −0.19 | 0.09 | 0.01 | −0.02 | −0.05 | 0.49 | 0.29 | 0.19 | 0.02 | 0.44 |
| 3 | 0.95 | 0.76 | | 0.09 | 0.09 | 0.15 | −0.03 | −0.01 | 0.03 | −0.23 | 0.03 | −0.05 | 0.27 | −0.13 | 0.31 | 0.10 | 0.94 | 0.91 | 0.93 | 0.29 | 0.96 | 0.97 | 0.95 | 0.73 |
| 4 | 0.60 | 0.63 | 0.49 | | 0.90 | 0.63 | 0.49 | 0.74 | −0.70 | −0.53 | −0.50 | 0.46 | −0.64 | −0.56 | −0.70 | −0.72 | 0.09 | 0.21 | 0.05 | 0.01 | 0.06 | 0.12 | −0.00 | 0.11 |
| 5 | 0.22 | 0.13 | 0.09 | 0.70 | | 0.56 | 0.66 | 0.62 | −0.78 | −0.33 | −0.43 | 0.41 | −0.77 | −0.64 | −0.85 | −0.65 | −0.01 | 0.12 | −0.03 | 0.22 | 0.08 | 0.13 | −0.05 | 0.26 |
| 6 | 0.51 | 0.40 | 0.37 | 0.63 | 0.35 | | −0.25 | 0.69 | −0.21 | −0.58 | 0.00 | −0.06 | −0.23 | −0.29 | −0.44 | −0.60 | 0.13 | 0.25 | 0.08 | −0.15 | 0.07 | 0.11 | −0.02 | 0.01 |
| 7 | −0.15 | −0.03 | −0.24 | 0.14 | 0.22 | −0.22 | | 0.10 | 0.73 | 0.15 | −0.51 | 0.53 | −0.69 | −0.49 | −0.60 | −0.21 | −0.13 | −0.09 | −0.11 | 0.39 | 0.04 | 0.05 | −0.04 | 0.29 |
| 8 | 0.09 | 0.16 | 0.16 | −0.38 | −0.73 | 0.07 | −0.46 | | −0.30 | −0.36 | −0.14 | 0.11 | −0.39 | −0.28 | −0.56 | −0.53 | −0.04 | 0.07 | −0.09 | −0.01 | −0.03 | −0.00 | −0.16 | 0.04 |
| 9 | 0.52 | 0.41 | 0.49 | −0.02 | −0.39 | 0.31 | −0.49 | 0.68 | | 0.32 | 0.83 | −0.82 | 0.91 | 0.74 | 0.60 | 0.70 | 0.13 | 0.04 | 0.14 | −0.42 | −0.02 | −0.03 | 0.12 | −0.27 |
| 10 | −0.07 | −0.16 | −0.10 | −0.29 | −0.23 | −0.01 | −0.03 | 0.20 | 0.14 | | 0.35 | −0.27 | 0.25 | 0.25 | 0.05 | 0.69 | −0.27 | −0.34 | −0.24 | 0.14 | −0.17 | −0.23 | −0.17 | −0.00 |
| 11 | 0.47 | 0.42 | 0.41 | 0.02 | −0.44 | 0.04 | −0.10 | 0.44 | 0.79 | −0.09 | | −1.00 | 0.71 | 0.56 | 0.17 | 0.45 | 0.06 | −0.00 | 0.07 | −0.29 | 0.02 | 0.02 | 0.05 | −0.16 |
| 12 | −0.47 | −0.43 | −0.42 | −0.06 | 0.41 | −0.04 | 0.10 | −0.40 | −0.76 | 0.21 | −0.99 | | −0.70 | −0.56 | −0.17 | −0.40 | −0.09 | −0.03 | −0.10 | 0.31 | −0.04 | −0.04 | −0.07 | 0.17 |
| 13 | 0.58 | 0.41 | 0.62 | −0.12 | −0.53 | 0.10 | −0.45 | 0.73 | 0.86 | 0.21 | 0.71 | −0.67 | | 0.60 | 0.72 | 0.65 | 0.37 | 0.26 | 0.39 | −0.31 | 0.26 | 0.23 | 0.39 | −0.08 |
| 14 | 0.15 | 0.31 | 0.23 | −0.15 | −0.56 | 0.10 | −0.61 | 0.66 | 0.58 | 0.49 | 0.34 | −0.27 | 0.60 | | 0.40 | 0.55 | −0.09 | −0.15 | −0.10 | −0.25 | −0.09 | −0.17 | −0.11 | −0.22 |
| 15 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | 0.53 | 0.44 | 0.34 | 0.46 | −0.22 | 0.26 | 0.23 | 0.46 | −0.07 |
| 16 | 0.11 | 0.18 | 0.18 | −0.36 | −0.58 | 0.64 | −0.49 | 0.53 | 0.75 | 0.04 | 0.62 | −0.60 | 0.55 | 0.56 | — | | 0.08 | 0.01 | 0.14 | −0.05 | 0.08 | 0.04 | 0.18 | 0.05 |
| 17 | 0.79 | 0.41 | 0.82 | 0.35 | 0.35 | 0.28 | −0.10 | −0.14 | 0.21 | 0.02 | 0.09 | −0.08 | 0.33 | −0.09 | — | −0.05 | | 0.98 | 0.99 | −0.02 | 0.85 | 0.87 | 0.97 | 0.46 |
| 18 | 0.76 | 0.57 | 0.87 | 0.08 | −0.28 | 0.21 | −0.37 | 0.52 | 0.64 | 0.06 | 0.44 | −0.43 | 0.84 | 0.40 | — | 0.38 | 0.68 | | 0.98 | −0.08 | 0.81 | 0.83 | 0.93 | 0.43 |
| 19 | 0.58 | 0.44 | 0.37 | 0.59 | 0.34 | 0.47 | 0.28 | −0.30 | 0.28 | −0.14 | 0.49 | −0.50 | 0.10 | −0.18 | — | 0.10 | 0.24 | 0.05 | | −0.03 | 0.84 | 0.87 | 0.98 | 0.46 |
| 20 | 0.89 | 0.66 | 0.96 | 0.33 | −0.03 | 0.40 | −0.32 | 0.31 | 0.56 | 0.05 | 0.38 | −0.37 | 0.72 | 0.32 | — | 0.26 | 0.81 | 0.95 | 0.25 | | 0.46 | 0.41 | 0.11 | 0.84 |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.98 | 0.90 | 0.82 |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.92 | 0.81 |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.57 |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1* | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |

1 9 7 8 年

*: 1=Days after emergence of lesions; 2=Number of spores; 3=Cumulative number of spores; 4=Mean temperature; 5=Maximum temperature; 6=Minimum temperature; 7=Temperature range; 8=Duration of temperature between 21°C and 24°C; 9=Mean relative humidity; 10=Maximum relative humidity; 11=Minimum relative humidity; 12=Relative humidity range; 13=Duration of relative humidity over 90%; 14=Dew duration; 15=Precipitation; 16=Number of rainy days; 17=Counted disease intensity in Chianung sen 8; 18=Estimated disease intensity in Chianung sen 8; 19=Counted disease intensity in Tainan 5; 20=Estimated disease intensity in Tainan 5; 21=Counted disease intensity in Taichung sen 3; 22=Observed disease intensity in Taichung sen 3; 23=Counted disease intensity in Tainung 67; 24=Estimated disease intensity in Tainung 67.

表二：彰化縣社頭鄉1978、1979年第一期作中氣象因子，空中胞子數及各品種之病斑面積率間的簡單相關

**Table 2.** Correlations among disease intensity, climatic and biological factors at She-tou, Changhua in 1978 and 1979

1 9 7 9 年

| | 1* | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1* | | −0.27 | 0.96 | 0.53 | 0.51 | 0.56 | −0.04 | 0.41 | 0.68 | 0.73 | 0.34 | −0.10 | 0.86 | −0.45 | −0.15 | 0.12 | 0.27 | 0.63 | 0.84 | 0.35 | 0.93 | 0.06 | 0.81 | 0.42 |
| 2 | −0.07 | | 0.11 | 0.09 | 0.08 | −0.18 | 0.38 | 0.21 | −0.35 | −0.11 | −0.39 | 0.35 | −0.42 | 0.29 | −0.07 | 0.06 | −0.14 | 0.04 | −0.03 | 0.36 | −0.05 | 0.38 | −0.04 | 0.33 |
| 3 | 0.07 | 0.04 | | 0.59 | 0.57 | 0.51 | 0.13 | 0.43 | 0.61 | 0.82 | −0.23 | 0.04 | 0.81 | −0.35 | −0.23 | 0.06 | 0.27 | 0.78 | 0.93 | 0.54 | 0.95 | 0.22 | 0.93 | 0.61 |
| 4 | 0.49 | −0.09 | 0.54 | | 0.88 | 0.82 | 0.15 | 0.82 | 0.07 | 0.48 | −0.23 | 0.38 | 0.24 | 0.18 | −0.06 | −0.47 | 0.35 | 0.57 | 0.57 | 0.48 | 0.48 | 0.25 | 0.57 | 0.52 |
| 5 | 0.22 | −0.11 | 0.28 | 0.90 | | 0.80 | 0.37 | 0.72 | 0.13 | 0.37 | −0.26 | 0.38 | 0.21 | 0.13 | 0.14 | −0.47 | 0.34 | 0.46 | 0.52 | 0.51 | 0.46 | 0.28 | 0.54 | 0.52 |
| 6 | 0.68 | −0.28 | 0.72 | 0.71 | 0.51 | | −0.26 | 0.75 | 0.26 | 0.21 | 0.11 | −0.04 | 0.32 | −0.04 | 0.05 | −0.34 | 0.33 | 0.29 | 0.37 | 0.25 | 0.45 | 0.01 | 0.37 | 0.31 |
| 7 | −0.40 | 0.14 | −0.37 | 0.31 | 0.60 | −0.39 | | −0.02 | −0.21 | 0.30 | −0.59 | 0.68 | −0.14 | 0.29 | 0.13 | −0.25 | 0.02 | 0.32 | 0.30 | 0.44 | 0.05 | 0.47 | 0.31 | 0.37 |
| 8 | 0.65 | −0.00 | 0.68 | 0.47 | 0.30 | 0.70 | −0.34 | | 0.19 | 0.32 | −0.05 | 0.16 | 0.18 | −0.02 | 0.27 | −0.12 | 0.20 | 0.32 | 0.34 | 0.13 | 0.41 | −0.01 | 0.34 | 0.23 |
| 9 | 0.61 | −0.05 | 0.60 | −0.14 | −0.41 | 0.49 | −0.88 | 0.51 | | 0.59 | 0.77 | −0.58 | 0.82 | −0.70 | 0.14 | 0.58 | 0.12 | 0.37 | 0.43 | −0.09 | 0.54 | −0.43 | 0.48 | −0.00 |
| 10 | 0.53 | 0.15 | 0.58 | 0.39 | 0.23 | 0.56 | −0.27 | 0.18 | 0.46 | | 0.17 | 0.16 | 0.76 | −0.33 | −0.17 | 0.19 | 0.17 | 0.83 | 0.88 | 0.41 | 0.72 | 0.14 | 0.90 | 0.48 |
| 11 | 0.58 | −0.15 | 0.54 | −0.14 | −0.39 | 0.47 | −0.85 | 0.40 | 0.90 | 0.35 | | −0.95 | 0.55 | −0.63 | −0.14 | 0.54 | 0.13 | 0.00 | 0.03 | −0.31 | 0.21 | −0.52 | 0.08 | −0.25 |
| 12 | −0.50 | 0.19 | −0.46 | 0.23 | 0.45 | −0.38 | 0.84 | −0.39 | −0.86 | −0.18 | −0.98 | | −0.30 | 0.52 | 0.08 | −0.48 | −0.07 | 0.27 | 0.26 | 0.45 | 0.03 | 0.56 | 0.21 | 0.41 |
| 13 | 0.54 | 0.01 | 0.57 | −0.09 | −0.37 | 0.41 | −0.78 | 0.59 | 0.90 | 0.29 | 0.77 | −0.75 | | −0.61 | −0.12 | 0.38 | 0.09 | 0.55 | 0.74 | 0.19 | 0.78 | −0.09 | 0.74 | 0.27 |
| 14 | 0.07 | −0.11 | −0.04 | −0.44 | −0.52 | 0.02 | −0.57 | 0.26 | 0.53 | −0.15 | 0.53 | −0.59 | 0.40 | | −0.00 | −0.73 | 0.26 | −0.09 | −0.22 | 0.21 | −0.39 | 0.44 | −0.25 | 0.14 |
| 15 | 0.44 | −0.00 | 0.42 | −0.24 | −0.44 | 0.18 | −0.63 | 0.50 | 0.78 | 0.17 | 0.59 | −0.59 | 0.79 | 0.53 | | 0.22 | −0.11 | −0.30 | −0.30 | −0.52 | −0.19 | −0.35 | −0.31 | −0.47 |
| 16 | −0.11 | 0.02 | −0.18 | −0.66 | −0.71 | −0.32 | −0.46 | 0.17 | 0.39 | −0.45 | 0.34 | −0.44 | 0.41 | 0.66 | 0.69 | | −0.27 | −0.12 | −0.01 | −0.40 | 0.16 | −0.44 | −0.00 | −0.32 |
| 17 | 0.86 | −0.18 | 0.79 | 0.47 | 0.28 | 0.49 | −0.16 | 0.32 | 0.35 | 0.48 | 0.33 | −0.25 | 0.24 | 0.00 | 0.20 | −0.28 | | −0.01 | 0.24 | 0.05 | 0.18 | 0.28 | 0.18 | 0.06 |
| 18 | 0.88 | −0.10 | 0.80 | 0.30 | 0.15 | 0.39 | −0.21 | 0.42 | 0.43 | 0.43 | 0.41 | −0.35 | 0.30 | 0.11 | 0.37 | −0.08 | 0.89 | | 0.82 | 0.70 | 0.67 | 0.26 | 0.89 | 0.73 |
| 19 | 0.39 | −0.18 | 0.39 | 0.52 | 0.56 | 0.50 | 0.14 | 0.12 | 0.05 | 0.32 | 0.16 | −0.11 | −0.10 | −0.15 | −0.29 | −0.56 | 0.51 | 0.30 | | 0.68 | 0.91 | 0.46 | 0.97 | 0.73 |
| 20 | 0.79 | −0.18 | 0.73 | 0.49 | 0.36 | 0.52 | −0.10 | 0.32 | 0.31 | 0.45 | 0.32 | −0.25 | 0.18 | 0.03 | 0.10 | −0.31 | 0.96 | 0.80 | 0.66 | | 0.50 | 0.73 | 0.70 | 0.98 |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.19 | 0.86 | 0.58 |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.36 | 0.69 |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.76 |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

1 9 7 8 年

*=See footnote on Table 1.

表三：臺南縣白河鎮1978、1979年第一期作中氣象因子，空中胞子數及各品種之病斑面積率間的簡單相關

**Table 3.** Correlations among disease intensity, climatic and biological factors at Paiho, Tainan in 1978 and 1979

1 9 7 9 年

| | 1* | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *1 | | −0.20 | 0.96 | 0.70 | 0.48 | 0.77 | −0.14 | 0.41 | −0.22 | −0.11 | 0.13 | −0.14 | −0.27 | −0.04 | 0.08 | −0.09 | — | — | 0.94 | 0.06 | — | — | 0.94 | 0.18 |
| 2 | 0.07 | | −0.06 | −0.03 | 0.11 | 0.06 | 0.07 | −0.03 | −0.10 | −0.56 | −0.05 | −0.04 | −0.08 | −0.17 | 0.15 | −0.03 | — | — | −0.03 | 0.59 | — | — | −0.04 | 0.52 |
| 3 | 0.93 | 0.22 | | 0.68 | 0.54 | 0.73 | −0.05 | 0.40 | −0.19 | −0.18 | 0.11 | −0.12 | −0.18 | 0.02 | 0.19 | −0.08 | — | — | 0.95 | 0.22 | — | — | 0.94 | 0.34 |
| 4 | 0.59 | 0.23 | 0.58 | | 0.77 | 0.82 | 0.11 | 0.59 | −0.44 | 0.11 | −0.16 | 0.16 | 0.07 | 0.31 | −0.20 | −0.50 | — | — | 0.54 | −0.20 | — | — | 0.54 | −0.12 |
| 5 | 0.67 | 0.23 | 0.65 | 0.94 | | 0.43 | 0.66 | 0.13 | −0.60 | 0.24 | −0.56 | 0.55 | 0.08 | 0.27 | 0.02 | −0.55 | — | — | 0.36 | −0.07 | — | — | 0.35 | −0.06 |
| 6 | 0.66 | 0.15 | 0.65 | 0.92 | 0.84 | | −0.38 | 0.68 | −0.13 | −0.24 | 0.31 | −0.32 | −0.07 | 0.24 | −0.14 | −0.26 | — | — | 0.71 | −0.04 | — | — | 0.72 | 0.09 |
| 7 | −0.10 | 0.02 | −0.12 | −0.15 | 0.11 | −0.45 | | −0.44 | −0.52 | 0.44 | −0.83 | 0.83 | 0.13 | 0.07 | 0.15 | −0.34 | — | — | −0.22 | −0.03 | — | — | −0.23 | −0.13 |
| 8 | 0.49 | 0.38 | 0.50 | 0.76 | 0.59 | 0.76 | −0.43 | | 0.19 | −0.02 | 0.39 | −0.36 | 0.32 | −0.02 | −0.30 | −0.18 | — | — | 0.36 | −0.22 | — | — | 0.38 | −0.07 |
| 9 | −0.56 | 0.03 | −0.51 | −0.44 | −0.60 | −0.48 | −0.12 | −0.20 | | −0.11 | 0.81 | −0.77 | 0.33 | −0.01 | 0.16 | 0.37 | — | — | −0.14 | −0.08 | — | — | −0.14 | 0.01 |
| 10 | −0.68 | 0.03 | −0.53 | −0.32 | −0.42 | −0.41 | 0.05 | −0.24 | 0.42 | | −0.42 | 0.53 | 0.41 | 0.13 | −0.03 | −0.14 | — | — | −0.34 | −0.77 | — | — | −0.34 | −0.78 |
| 11 | −0.14 | −0.12 | −0.15 | −0.45 | −0.55 | −0.39 | −0.19 | −0.29 | 0.80 | 0.07 | | −0.99 | 0.11 | 0.00 | −0.04 | 0.26 | — | — | 0.20 | 0.03 | — | — | 0.21 | 0.14 |
| 12 | 0.02 | 0.13 | 0.05 | 0.39 | 0.47 | 0.31 | 0.20 | 0.25 | −0.72 | 0.11 | −0.98 | | −0.05 | 0.02 | 0.03 | −0.26 | — | — | −0.24 | −0.13 | — | — | −0.24 | −0.24 |
| 13 | −0.39 | −0.17 | −0.34 | −0.69 | −0.74 | −0.62 | −0.09 | −0.44 | 0.76 | 0.21 | 0.77 | −0.73 | | 0.17 | −0.35 | −0.36 | — | — | −0.28 | −0.36 | — | — | −0.28 | −0.27 |
| 14 | 0.47 | 0.16 | 0.40 | −0.00 | 0.09 | 0.06 | 0.04 | 0.04 | −0.02 | −0.14 | 0.28 | −0.31 | 0.23 | | 0.20 | −0.12 | — | — | −0.12 | −0.18 | — | — | −0.13 | −0.20 |
| 15 | −0.14 | −0.15 | −0.13 | −0.40 | −0.27 | −0.55 | 0.56 | −0.32 | 0.44 | 0.25 | 0.41 | −0.36 | 0.52 | 0.24 | | 0.70 | — | — | 0.14 | 0.34 | — | — | 0.13 | 0.29 |
| 16 | −0.06 | −0.04 | −0.03 | −0.60 | −0.49 | −0.52 | 0.15 | −0.34 | 0.48 | 0.08 | 0.51 | −0.50 | 0.78 | 0.43 | 0.69 | | — | — | 0.01 | 0.27 | — | — | 0.02 | 0.27 |
| 17 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | — | — | — | — | — | — | — |
| 18 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | — | — | — | — | — | — |
| 19 | 0.96 | 0.01 | 0.96 | 0.62 | 0.69 | 0.69 | −0.12 | 0.48 | −0.60 | −0.65 | −0.21 | 0.09 | −0.40 | 0.35 | −0.18 | −0.10 | — | — | | 0.34 | — | — | 1.00 | 0.48 |
| 20 | 0.95 | −0.03 | 0.96 | 0.61 | 0.67 | 0.70 | −0.15 | 0.48 | −0.59 | −0.60 | −0.21 | 0.09 | −0.40 | 0.33 | −0.18 | −0.10 | — | — | 1.00 | | — | — | 0.33 | 0.97 |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | — | — |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | — | — |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.47 |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

1 9 7 8 年

*=See footnote on Table 1.

表四：臺中縣霧峰鄉1978、1979年各品種之病斑面積率與 t 項氣象因子之淨相關係數及複相關係數

**Table 4.** Partial and multiple correlation coefficients between disease intensity and climatic and biological factors at Wufeng, Taichung in 1978 and 1979

| Varieties | Chianung sen 8 | | | | Tainan 5 | | | | Taichung sen 3 | | Tainung 67 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Year | 1978 | | 1979 | | 1978 | | 1979 | | 1979 | | 1979 | |
| Disease intensity | C.ⓐ | E.ⓑ | C. | E. | C. | E. | C. | E. | C. | E. | C. | E. |
| Days after emergence of lesions | 0.30 | − 0.35 | 0.65 | 0.38 | 0.71* | − 0.01 | 0.35 | − 0.29 | 0.51 | − 0.01 | 0.37 | 0.44 |
| Cumulative number of spores | 0.44 | 0.79 | − 0.34 | − 0.07 | −0.70* | 0.70* | − 0.01 | 0.37 | − 0.25 | 0.44 | 0.08 | 0.60 |
| Mean temperature | − 0.56 | − 0.26 | 0.83** | 0.78* | − 0.02 | − 0.13 | 0.74* | − 0.83** | − 0.69* | − 0.33 | 0.58 | − 0.78 |
| Duration of temperature between 21°C and 24°C | − 0.29 | 0.33 | − 0.47 | − 0.40 | − 0.47 | 0.18 | − 0.52 | 0.58 | 0.55 | 0.13 | − 0.53 | 0.42 |
| Mean relative humidity | < 0.01 | − 0.20 | 0.62 | 0.61 | 0.37 | − 0.05 | 0.49 | − 0.76* | − 0.69 | − 0.49 | 0.03 | − 0.67 |
| Duration of relative humidity over 90% | − 0.29 | 0.45 | − 0.34 | − 0.49 | − 0.05 | 0.12 | − 0.26 | 0.53 | 0.67 | 0.48 | 0.22 | 0.44 |
| Precipitation | — | — | 0.75* | 0.66 | — | — | 0.64 | − 0.67 | − 0.69* | − 0.49 | 0.49 | − 0.68 |
| Multiple correlation coefficient | 0.92 | 0.95 | 0.99 | 0.97 | 0.95 | 0.94 | 0.98 | 0.90 | 0.99 | 0.98 | 0.99 | 0.94 |

ⓐC=Counted disease intensity, ⓑO=Estimated disease intensity, *, **=Significan't at 5% and 1%.

表五：彰化縣社頭鄉1978、1979年各品種之病斑面積率與 t 項氣象因子之淨相關係數及複相關係數

**Table 5.** Partial and multiple correlation coefficients between disease intensity and climatic and biological factors at Shetou, Changhua in 1978 and 1979

| Varieties | Chianung sen 8 | | | | Tainan 5 | | | | Taichung sen 3 | | Tainung 67 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Year | 1978 | | 1979 | | 1978 | | 1979 | | 1979 | | 1979 | |
| Disease intensity | C.ⓐ | E.ⓑ | C. | E. | C. | E. | C. | E. | C. | E. | C. | E. |
| Days after emergence of lesions | 0.73** | 0.75** | 0.23 | − 0.77* | 0.08 | 0.58* | 0.72* | − 0.71* | 0.35 | − 0.48 | − 0.88** | − 0.69* |
| Cumulative number of spores | 0.39 | − 0.18 | − 0.13 | 0.77** | − 0.03 | − 0.31 | 0.90** | 0.81 | 0.84** | 0.66* | 0.94** | 0.80** |
| Mean temperature | 0.23 | − 0.52 | 0.31 | 0.37 | 0.32 | 0.23 | 0.01 | 0.30 | − 0.83** | − 0.12 | 0.35 | 0.10 |
| Duration of temperature between 21°C and 24°C | − 0.53 | − 0.06 | − 0.25 | − 0.24 | − 0.08 | − 0.27 | − 0.08 | − 0.33 | 0.76** | − 0.06 | − 0.29 | − 0.06 |
| Mean relative humidity | − 0.12 | − 0.28 | 0.30 | 0.10 | 0.46 | 0.18 | − 0.70* | − 0.37 | 0.77** | − 0.66* | − 0.34 | − 0.39 |
| Duration of relative humidity over 90% | 0.06 | − 0.37 | − 0.35 | 0.26 | − 0.26 | − 0.11 | 0.69* | 0.09 | 0.27 | 0.22 | 0.71 | 0.17 |
| Precipitation | − 0.04 | 0.26 | − 0.08 | 0.03 | − 0.40 | − 0.20 | 0.24 | − 0.20 | 0.01 | 0.14 | 0.18 | − 0.20 |
| Multiple correlation coefficient | 0.94 | 0.92 | 0.52 | 0.91 | 0.75 | 0.88 | 0.98 | 0.92 | 0.97 | 0.83 | 0.99 | 0.91 |

ⓐⓑ，*, **=See footnote on Table 4.

表六：臺南縣白河鎮1978、1979年各品種之病斑面積率與 t 項氣象因子之淨相關係數及複相關係數

**Table 6.** Partial and multiple correlation coefficients between disease intensity and climatic and biological factors at Paiho, Tainan in 1978 and 1979

| Varieties | Tainan 5 | | | | Tainung 67 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Year | 1978 | | 1979 | | 1979 | |
| Disease intensity | C.ⓐ | E.ⓑ | C. | E. | C. | E. |
| Days after emergence of lesions | 0.67* | 0.52 | 0.24 | − 0.76** | 0.30 | 0.71** |
| Cumulative number of spores | 0.68* | 0.68* | 0.71** | 0.81** | 0.61* | 0.78** |
| Mean temperature | 0.34 | 0.26 | − 0.61* | − 0.37 | − 0.59* | − 0.40 |
| Duration of temperature between 21°C and 24°C | − 0.16 | − 0.17 | 0.30 | 0.11 | 0.38 | 0.16 |
| Mean relative humidity | − 0.39 | − 0.26 | − 0.13 | − 0.07 | − 0.18 | − 0.01 |
| Duration of relative humidity over 90% | 0.30 | 0.19 | − 0.25 | − 0.62* | − 0.19 | − 0.53 |
| Precipitation | − 0.09 | − 0.11 | − 0.37 | − 0.39 | − 0.27 | − 0.39 |
| Multiple correlation coefficient | 0.98 | 0.98 | 0.98 | 0.90 | 0.97 | 0.83 |

ⓐⓑ，*, **=See footnote on Table 4.

5 號及臺農67號實測法之病斑面積率，病斑出現後日期，累積胞子數及相對濕度90%以上時數之影響爲最重要，但亦以累積胞子數之重要性冠於其他二因子。在臺農67號目測法中病斑面積率受病斑出現後日期及累積胞子數的影響皆很大，但仍以累積胞子數之影響重要性較高。

由以上結果可知，因不同地區，品種及測量（調查）方法，影響病斑面積率的因子亦有所不同。但在大部份地區與品種中，病斑出現後日期及累積胞子數可謂爲許多因子中影響病斑面積率最重要的因子。茲將由各地區，各年度，各個不同品種及不同測定法，病斑面積率 (Y) 與 t 項因子 ($x_1$＝病斑出現後日期；$x_3$＝累積胞子數；$x_4$＝平均溫度，$x_8$＝溫度 21～24°C 時數；$x_9$＝平均溫度；$x_{13}$＝相對濕度90%以上時數；$x_{15}$＝雨量）之間的複迴歸方程式列於表七，如此可清楚的看出每一品種在某一地區，何種測量（調查）法下與各地區氣象因子間之關係。

## 討 論

各地區，二個年度第一期作，空中所採集到的累積胞子數與病斑出現後日期有很高的相關，而以臺南縣白河鎮1978年 3 月底所採集到的胞子量最多，在1978年 3 月29日一天中即採到 8,143 個胞子。嘉農秈 8 號於此胞子濃度下幾無病斑發生，而臺南 5 號的發病率達90%以上。其他地區，年度亦有此種現象，顯然受品種間抗病性不同所致[15]。 據鈴木報告促使稻熱病發生的最低胞子濃度，因品種的抗病性不同而不同[12]。各地區，年度，秈稻品種發病率皆較稉稻爲低，此與 Hashioka 認爲秈稻（Indica type）對葉稻熱病之抗病性較稉稻（Japonica type）爲强之結果[15]頗一致。

同一品種在相同地區、年度、測量方法或不同地區、年度、測量方法之病斑面積率皆不相同，但在臺中縣霧峰鄉1978年嘉農秈 8 號，1979年臺中秈 3 號，彰化縣社頭鄉1978年嘉農秈 8 號及臺南 5 號，1979年臺南 5 號、臺農67號，臺南縣白河鎮1978年臺南 5 號中實測法與目測法之簡單相關甚高，

表七：三地區、二年度、第一期作之複迴歸方程式

**Table 7**. Multiple regression equations at three locations in 1978 and 1979

| Area | Year | Variety | Measuring method | Multiple regression equation |
|---|---|---|---|---|
| Wufeng, Taichung | 1978 | Chianung sen 8 | C.ⓐ | $Y=8.38+0.02x_1+<0.01x_3-0.31x_4-0.02x_8+<0.01x_9-0.03x_{13}$ |
| | | | E.ⓑ | $Y=13.06-<0.01x_1+0.014x_3-0.38x_4+0.06x_8-0.11x_9+0.13x_{13}$ |
| | | Tainan 5 | C. | $Y=-80.07+1.32^{*}x_1-0.60^{*}x_3-0.17x_4-0.49x_8+0.13x_9-0.07x_{13}$ |
| | | | E. | $Y=22.01-0.02x_1-0.05^{*}x_3-0.84x_4-0.14x_8+0.13x_9+0.16x_{13}$ |
| | 1979 | Chianung sen 8 | C. | $Y=-0.84+<0.01x_1-<0.01x_3+0.01^{**}x_4-<0.01x_8+<0.01x_9-<0.01x_{13}+<0.01^{*}x_{15}$ |
| | | | E. | $Y=0.81+<0.01x_1-<0.01x_3+0.01^{*}x_4-<0.01x_8+0.01x_9-<0.01x_{13}+<0.01x_{15}$ |
| | | Tainan 5 | C. | $Y=-138.17+0.49x_1-<0.01x_3+2.78^{*}x_4-0.20x_8+0.94x_9-0.12x_{13}+0.04x_{15}$ |
| | | | E. | $Y=133.20-0.21x_1+0.01x_3-2.15^{**}x_4+0.13x_8-1.06^{*}x_9+0.56x_{13}-0.03x_{15}$ |
| | | Taichung sen 3 | C. | $Y=0.60+<0.01x_1-0.00x_3-<0.01^{*}x_4+<0.01x_8-<0.01x_9-<0.01x_{13}-<0.01^{*}x_{15}$ |
| | | | E. | $Y=0.48+0.00x_1+<0.01x_3-<0.01x_4+<0.01x_8-<0.01x_9+<0.01x_{13}-<0.01x_{15}$ |
| | | Tainung 67 | C. | $Y=-66.74+0.73x_1+<0.01x_3+2.60x_4-0.28x_8+0.07x_9+0.15x_{13}+0.04x_{15}$ |
| | | | E. | $Y=447.00-1.50x_1+0.06x_3-7.39^{*}x_4+0.35x_8-3.49x_9+0.52x_{13}-0.11x_{15}$ |
| Shetou, Changhua | 1978 | Chianung sen 8 | C. | $Y=0.25+0.02^{**}x_1-<0.01x_3+0.01x_4-<0.01x_8-<0.01x_9+<0.01x_{13}-<0.01x_{15}$ |
| | | | E. | $Y=1.81+0.02^{**}x_1-0.01x_3-0.03x_4-<0.01x_8-0.01x_9-<0.01x_{13}+<0.01x_{15}$ |
| | | Tainan 5 | C. | $Y=-76.52+0.05x_1-0.02x_3+0.59x_4-0.02x_8+0.82x_9-0.15x_{13}-0.04x_{15}$ |
| | | | E. | $Y=-5.09+0.08^{*}x_1-0.03x_3+0.07x_4-0.01x_8+0.05x_9-0.01x_{13}-<0.01x_{15}$ |
| | 1979 | Chianung sen 8 | C. | $Y=325.92+1.17x_1-0.06x_3+6.49x_4-1.05x_8+2.53x_9-1.24x_{13}-0.11x_{15}$ |
| | | | E. | $Y=-1.74-0.04^{*}x_1+<0.01^{**}x_3+0.06x_4-<0.01x_8+<0.01x_9+<0.01x_{13}+<0.01x_{15}$ |
| | | Tainan 5 | C. | $Y=55.85-0.43x_1+0.09^{**}x_3+0.02x_4-0.03x_8-0.74^{*}x_9+0.26^{*}x_{13}+0.03x_{15}$ |
| | | | E. | $Y=21.42-0.47^{*}x_1+0.07^{**}x_3+0.60x_4-0.14x_8-0.35x_9+0.03x_{13}-0.02x_{15}$ |
| | | Taichung sen 3 | C. | $Y=0.88+<0.01x_1+<0.01^{**}x_3-0.02^{**}x_4+<0.01x_8-<0.01x_9+0.01x_{13}+0.00x_{15}$ |
| | | | E. | $Y=0.35-<0.01x_1+<0.01^{*}x_3-<0.01x_4-0.01x_8-<0.01^{*}x_9+<0.01x_{13}+<0.01x_{15}$ |
| | | Tainung 67 | C. | $Y=8.93-0.55^{**}x_1+0.09^{**}x_3+0.45x_4-0.08x_8-0.24x_9+0.21^{*}x_{13}+0.01x_{15}$ |
| | | | E. | $Y=26.05-0.45^{*}x_1+0.06^{**}x_3+0.19x_4-0.02x_8-0.34x_9+0.05x_{13}-0.02x_{15}$ |
| Paiho, Tainan | 1978 | Tainan 5 | C. | $Y=149.21+0.69x_1+0.01^{*}x_3-4.97^{*}x_4+0.83x_8-0.62x_9-0.25x_{13}-0.54x_{15}$ |
| | | | E. | $Y=203.20-4.65^{**}x_1+0.03^{*}x_3-6.31x_4+0.72x_8-0.10x_9-1.72x_{13}-1.78x_{15}$ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1979 | Tainan 5 | C. | $Y=88.52+0.32x_1+0.01^{**}x_3-3.15^{*}x_4+0.38x_8-0.27x_9-0.21x_{13}-0.46x_{15}$ |
| | | E. | $Y=132.68-2.94^{*}x_1+0.02^{**}x_3-3.05x_4+0.25x_8-0.28x_9-1.18^{*}x_{13}-0.94x_{15}$ |
| | Tainung 67 | C. | $Y=149.21+0.68x_1+0.01^{*}x_3-4.97^{*}x_4+0.83x_8-0.62x_9-0.25x_{13}-0.54x_{15}$ |
| | | E. | $Y=203.20-4.65^{**}x_1+0.03^{**}x_3-6.31x_4+0.72x_8-0.10x_9-1.72x_{13}-1.78x_{15}$ |

ⓑⓐ, *、**=See footnote on Table 4.

表示此兩種方法皆可利用於測量（調查）葉稻熱病的病斑面積率。雖然目測法行之較易，唯各人所測得的結果差異性較大。

累積胞子數及病斑出現後日期在大部份地區，年度中爲影響各品種的病斑面積率最重要的自變因子。在彰化縣社頭鄉1978年嘉農秈 8 號，臺南 5 號目測法，1979年嘉農秈 8 號目測法中，影響其發病面積率之因子以病斑出現後日期較之累積胞子數爲重要。在臺中縣霧峰鄉1978年嘉農秈 8 號，臺南 5 號目測法及彰化縣社頭鄉1979年嘉農秈 8 號目測法，臺南 5 號，臺中秈 3 號和臺農67號中，則以累積胞子數的影響較之病斑出現後日期的影響爲大。Kiyosawa [17] 曾利用11年中採集到的累積胞子數及方程式 $y=y_0e^{rt}$ 來預測稻熱病田間的流行，沈 [3] 亦認爲以胞子數之多寡來預測稻熱病的發生爲最好。在霧峰鄉1978年臺南 5 號實測法，社頭鄉1979年臺農67號實測法，白河鎮1978年臺南 5 號實測法，1979年臺南 5 號，臺農67號目測法中，無論病斑出現後日期或累積胞子數對病斑面積率皆有影響。故若以病斑出現後日期或空中採集到的累積胞子數來做爲預測稻熱病發生的指標其可靠性應很高。在氣象因子中除平均溫度，平均相對濕度及雨量外，其他因子對病斑面積率的影響甚微。而各品種病斑面積率對平均溫度之淨相關係數達顯著者較對相對濕度者爲多。此乃氣象環境因子中溫度比相對濕度對稻熱病之影響爲大 [15] 之故。在臺灣稻熱病蔓延最適溫度爲22～25°C [4]，另栗林等 [10] 報告病原菌的繁殖在低溫（21～24°C）最好。本研究結果在大部份品種中，低溫可促使病斑面積率加劇，但在霧峰鄉1979年嘉農秈 8 號及臺南 5 號實測法中，高溫反而有促使病斑面積率增加的趨向。Suzuki [20] 認爲在水稻分蘖盛期或抽穗以後，在高濕缺乏日照的環境下，高溫可促使病害加劇。雨量對霧峰鄉1979年嘉農秈 8 號實測法所得的病斑面積率成正的影響；對臺中秈 3 號實測法則成負的影響，雨量可影響稻熱病的發生，但短暫性的大雨 [18] 及降雨量多達 32mm/hr [8] 都會使病斑減少，因短時間的下雨使發芽的胞子乾燥而死，大雨則可將附着在葉片上的胞子冲走 [13]。

稻熱病菌由分生胞子的產生、釋放、傳播、着落、發芽及附着器的產生等侵入寄主前的一切行動，都密切的受外界氣象因子的影響 [7,20] 而侵入後的病勢的進展仍間接的受氣象因子的影響 [20]。本研究之氣象因子中，除溫度外，其他的因子對病斑面積率的影響似不顯著，且氣象本身即受地區，年度的影響甚大。前人對於稻熱病流行的研究結果 [8,16,19] 多在人爲控制的環境下所得，在自然環境下也許微氣候（microclimate）對於病斑面積率的影響較之大氣候（macroclimate）下的氣象因子之影響爲大。

## 參考文獻


1. 李元和、顧文莉 1977 臺灣地區稻作主要病蟲害發生頻率及其分佈研究，農復會（油印）
2. 吳信淦、陳正次、謝維德、王玉斌 1976 加强臺灣省稻熱病防治的建議，總統 蔣公逝世周年紀念論文集445～462
3. 沈明來 1975 稻熱病發生預測 臺灣大學（油印）
4. 黃益田、游俊明、詹雲峰、黃提源 1979 稻熱病流行學之研究，Ⅱ葉稻熱病發生預測程式之探索，新竹區農改場報告第 37號 1～31

5. 臺灣省政府農林廳 1966～1979 臺灣省植物保護工作總報告，民國55～68年度，農林廳編印
6. 臺灣省政府農林廳 1963 水稻葉稻熱病罹病程度調査標準及標準圖，農林廳編印
7. 謝式坪鈺、梁文進 1978 稻熱病菌感染前的行爲，稻作病害（生態與流行學），199～212 農復會刊印
8. 千葉末作、千葉順逸、島田慶世、太田惠二 1973 人工降雨の時刻、强度および時間數といもち病（摘要）日植病報 39（3）：187
9. 加藤肇 1975 イネいもち病の疫學的硏究の現狀と問題點，植物防疫，29（6）：249～256
10. 栗林數衛、市川久雄 1952 稻熱病の發生預察に關する硏究，長野縣農試報告 13：1～229
11. 後藤和夫 1962 いもち病發生預察の技術的展望，病蟲害發生預察事業20週年紀念誌 37～52
12. 鈴木穗積 1969 いもち菌胞子の動態およびそれによる發生預察法，北陸農試報告，10：2～118
13. Asai, G. N., Marian, W. Jones and F. G. Rorie 1976 Influence of certain environmental factors in the field on infection of rice by *Piricularia oryzae*. Phytopathology 57 : 237-241.
14. Bhan, V. M. and H. K. Pand 1966 Measurement of leaf area of rice. Agron. J. 58 : 454.
15. Hashioka, Y. 1950 Studies on the mechanism of prevalence of the rice blast disease in the tropics. Tech. Bull. No. 8. Taiwan Agr. Res. Inst. p. 1-237.
16. Kato, H. 1974 Epidemiology of rice blast disease. Rev. Plant Protec. Res. 7 : 1-20.
17. Kiyosawa, S. 1972 Mathematical studies on the curve of disease increase. -A technique for forecasting epidemic development. Ann. Phytopathological Soc. Japan 38(1) : 30-40.
18. Ou, S. H. 1972 Rice disease. Kew. England, Commonwealth Mycol. Inst. 368pp.
19. Suzuki, H. 1970 Interrelationship between the occurrence of rice blast disease and meteorological conditions. Rev. Plant Prote. Res. 3 : 1-11.
20. Suzuki, H. 1975 Meteorological factors in the epidemiology of rice blast. Ann. Rev. Plantpathology, 13 : 239-256.
21. Taylor, C. F. 1956 A device for recording the duration of dew deposits. Plant Disease Reporter 40(12) : 1025-1028.

# Studies on the Epidemiology of Rice Blast Disease in Central Areas of Taiwan[1]

C. C. Chien[2], W. H. Tsai[3], Y. Z. Yang[4] and C. Liu[5]


## Summary

Experimental fields were set up where mean, maximum and minimum temperatures, duration of temperature between 21°C and 24°C, mean, maximum and minimum relative humidities, dew duration, precipitation, number of rainy days, number of spores trapped as well as naturally infected disease intensities for different varieties were recorded at three locations in central Taiwan, i. e., Wufen, Taichung; Shetou, Changhua and Paiho, Tainan, for the first crop of rice in 1978 and 1979. Two methods were used to obtain disease intensity. One is by taking the actual counts of blast lesions at levels of R, M and S and calculating the percent disease area according to $A=0.164\times S+0.077\times M+0.024\times R$ and the other is by visual assessment, based on government published standard charts of disease rating.

Results from the regression and correlation analyses showed the effects of the aformentioned factors on the disease intensity to vary according to varieties, methods of measuring disease intensity, years as well as locations. However, the partial regression coefficients of days after emergence of lesions and/or the cumulated number of spores on disease intensity were significant in most cases. This indicated that the number of spores could be used effectively to forecast the epidemic development of rice blast disease.


1. Contribution No. 1159 of Taiwan Agricultural Research Institute.

2. 5. Senior Plant Pathologist, Department of Plant Pathology and Senior Statistician, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 431.

3. Plant Pathologist, Chia-yi Agricultural Experiment Station, TARI, Chiayi, Taiwan 600.

4. Chief of Plant Protection Section, Taichung District Agricultural Improvement Station, Taichung, Taiwan 400.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 33(2) : 181～189 (1984)

# 三紋螟蛾 (*Hedylepta indicata*) 之生物特性及其天敵[1]

錢景泰　周樑鎰　邱瑞珍[2]

**摘要**：民國 69 至 70 年間三紋螟蛾 (*Hedylepta indicata* (Fabr.)) 在臺中萬豐本所大豆田普遍發生，且以春、秋兩作較多，夏作則少。在 25°C、70 % RH 之室內飼育環境下該蟲完成 1 代約需 24 天。雌蛾一生之產卵量平均爲 311 粒 (165-466 粒)。卵之孵化率約 96.5 %，幼蟲至成蟲之存活率約 54.7 %。在室內用盆栽豆株供螟蛾產卵，並將 4,792 粒卵移置田間以誘引天敵前來寄生。又將室內飼育之初齡幼蟲 816 隻移置田間豆株上，結果發現,其卵之孵化率約 24.6 %、幼蟲至成蟲之存活率爲 0。此現象之發生似與該蛾之寄生性及捕食性天敵有關。

本文報導三紋螟蛾之天敵均屬本省新記錄。計有寄生性天敵13種，在春、夏、秋作時其平均寄生率分別爲 30.0、8.3 及 35.2 %,其中以螟蛾絨繭蜂(*Apanteles inquisitor*(Wilk.))最爲常見,平均寄生率可達 27.1、4.7 及 33.2 %。捕食性天敵則有黃斑粗喙椿象 (*Eocanthecona furcellata* Wolff)、巨眼長椿象 (*Geocoris* sp.)、藍翅蟻形隱翅蟲 (*Paederus fuscipes* Curtis)、條紋步行蟲 (*Drypta lineola* M'Leay) 以及蠼螋與蜘蛛等類。另記錄螟蛾絨繭蜂之重複寄生蜂 5 種。

三紋螟蛾 (*Hedylepta indicata* (Fabr.)) 隸鱗翅目、螟蛾科(Lepidoptera : Pyralidae)，分布於亞洲、非洲及美洲等地，乃豆科作物之重要害蟲，亦能加害菊花及薄荷等 (1,2,4,5)。其在本省之寄主植物有大豆、花生及菜豆等。印度之 Bhattacherjee 與 Bruner 氏認爲該蟲乃偶發性害蟲，每遇乾燥、溫暖而後連續天雨時，常將寄主植物葉片嚙食殆盡，造成嚴重災害 (1,2,4)。

全球共記錄該蟲天敵達 27 種以上，包括小繭蜂科 7 種，姬蜂科 4 種，大腿小蜂科 1 種，釉小蜂科 6 種，躍小蜂科 2 種，寄生蠅科 6 種及若干種蜘蛛 (1-4,6-11)。Bhattacherjee 氏且强調天敵乃影響該蛾發生之重要因子 (2)。

民國 69 年本所萬豐大豆田發現該蛾爲害，因其生物特性等基本資料尙付厥如，筆者等乃進行其生活史，天敵種類以及季節消長等研究，備供藥劑防治或利用天敵防治該蟲之參考。

## 材料與方法

### 三紋螟蛾之生活史

將初孵化之三紋螟蛾幼蟲移入玻璃皿 (17.5×11 cm) 內，用大豆葉片飼育，逐日觀察並記錄其各齡個體之頭寬、體長、發育日數及死亡率等。待幼蟲化蛹即個別移入指形管 (1.5×8 cm)，觀察其蛹期發育天數。成蟲羽化時記錄其性別，並將羽化當天之成蟲 3 對移置兩端開口之玻璃筒 (15×40 cm)，筒之上端覆蓋紗網，用盆栽高約 15 cm 之大豆株供其產卵，每天取出已經產卵過之豆株計算卵數，同時更換新豆株，至成蛾死亡爲止。重複 7 次。記錄項目包括成蛾之交尾時間、壽命、雌蛾之產卵前期、產卵量、卵期及孵化率等。養蟲室溫濕度保持 25°C 及 70 % RH。

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1160 號。
2. 本所應用動物系助理研究員、助理研究員及研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

**三紋螟蛾之田間存活率**

卵之存活率：將雌蛾產卵過之盆栽大豆，每盆卵數約 70 至千餘粒不等，於產卵當天即移置大豆試驗田，3 天後取回，計算其卵之孵化率與被寄生率。

幼蟲與蛹之存活率：將剛孵化之幼蟲接在盆栽大豆上，每盆爲 100-160 隻，共 7 盆。移置本所大豆試驗田。參照室內飼育觀察所獲悉之各齡幼蟲之發育天數，預估其在各齡幼蟲蛻皮時，將幼蟲聯綴之豆葉剝開，檢視各齡幼蟲之存活率。觀察期間並需隨時補充盆栽豆株，供其遷移取食。

**三紋螟蛾及其天敵之調查**

於本所農場種植大豆春作（3 月上旬至 6 月上旬）、夏作（8 月上旬至 10 月上旬）及秋作（10 月上旬至 12 月上旬）各 600 $m^2$ ，栽培全期田間不施任何藥劑。於大豆出土 20 天後，每隔 10 天在 120 $m^2$ 面積之豆株上採摘所有被三紋螟蛾幼蟲爲害之葉片，將其上之幼蟲與蛹分別在室內飼育，逐日記錄其被寄生之蟲數。凡有寄生性天敵羽化即予鑑定學名。卵期寄生性天敵之記錄係用逢機拔取大豆 100 株，剪下含有三紋螟蛾卵之葉片，置於玻璃皿（9×17 cm）內，待卵孵化時，即予檢查並記錄其寄生性天敵。三紋螟蛾之捕食性天敵調查則在田間進行觀察及記錄之。

## 結　果

**三紋螟蛾之生物特性**

卵：大小約1×0.5 mm。無色透明，狀如鱗片，散產或聚集成塊狀，卵期約 4 天。孵化率約 96.5 %。

幼蟲：初孵化之幼蟲體淡黃綠色，半透明，羣聚於大豆幼嫩葉片背面之基部，並吐絲將相鄰之小葉聯綴起來，棲息其中嚙食葉肉。幼蟲發育至第二齡以後，體色漸深呈綠色，而且開始分散，個別將豆葉端部捲起，或聯綴相鄰之葉片，居中食害而僅留表皮，隨後又四處遷移爲害。幼蟲共 5 齡，各齡齡期分別約爲 3, 2, 2, 2, 及 5 天，各齡之頭寬分別爲 0.20，0.31，0.48，0.71 及 1.16 mm，體軀大小爲 1.12×0.17-1.77×0.31，1.94×0.27-2.99×0.54，3.26×0.47-5.21×0.74，5.21×0.74-9×1.4，及 10×1.4-13×3 mm。其存活率約爲 82.6 %。

蛹：大小約 11×2.4 mm，呈褐色。老熟幼蟲在捲葉內化蛹，蛹期約 6 天，其存活率爲 72.1 %。

成蟲：自卵發育至成蟲約需 24 天，存活率爲 51.2 %。成蟲若以 10 %之蜜水餵飼，壽命平均爲 8 天（5-12 天），雌、雄性比爲 1.3：1，交尾前期約 1 天。交尾時雄蛾急速拍動翅部，尾毛鬆開，飛翔或爬行以尋找雌蛾，一旦相遇即成一字形之排列而行交尾，每次交尾需時約 45 分鐘。雌蛾交尾當天即可產卵，卵多產於豆葉背面，少數產於葉表，每雌一生平均可產卵 311 粒（165-466 粒），其每日之產卵數以交尾後一週左右爲最多，曾經交尾之雌蛾終生都能產卵。

**三紋螟蛾之田間存活率**

卵之存活率：民國 69 年之 8 月30日至 9 月 3 日，將三紋螟蛾產在大豆株上之卵13盆，共計 4,792 粒卵，移置大豆試驗田，經 3 天後檢查結果，每盆含卵數 72-715 粒者，其被寄生率爲 51 %（37.2-79.6 %），每株含卵約 1,100 粒以上者，其被寄生率爲 22 %（21.4-22.6 %）（表 1）。

幼蟲與蛹之存活率：民國 69 年 9 月 1 日將 7 盆共接有 816 隻三紋螟蛾初齡幼蟲之豆株移置田間，觀察其在田間之存活率，得知其幼蟲期之死亡率高達 97.4 %，而一至五齡幼蟲之死亡率分別爲 17.3，18.4，19.8，24.8 及 17.1 %；化蛹者僅占 2.6 %，蛹期死亡率爲 100 %，無成蟲羽化（表 2）。

**三紋螟蛾之天敵**

本試驗共記錄三紋螟蛾寄生性天敵 13 種（圖 1-14），包括卵期 1 種，幼蟲期 7 種，幼蟲至蛹期 3 種，蛹期 2 種。其中以螟蛾絨繭蜂（*Apanteles inquisitor*（Wilk.））最爲常見（表 1）。捕食性天敵計有黃斑粗喙椿象（*Eocanthecona furcellata* Wolff）、巨眼長椿象（*Geocoris* sp.）、藍翅蟻形隱翅蟲（*Paederus fuscipes* Curtis）、條紋步行蟲（*Drypta lineola* M'Leay）、蠼螋

表1. 三紋螟蛾卵之田間存活率

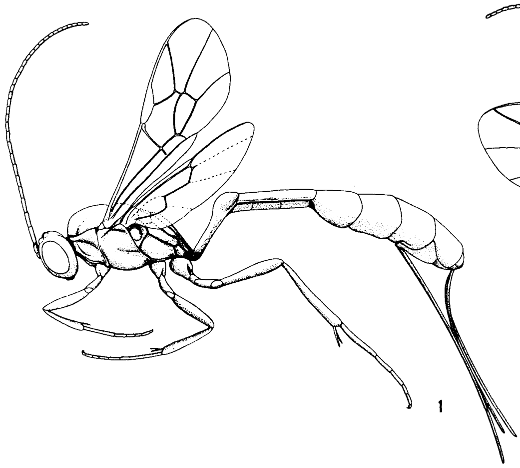
**Table 1.** Egg survival rate of *Hedylepta indicata* in soybean field

| 卵放置田間日期 Date of eggs exposed | 每株卵數 No. eggs/plant | 卵被寄生率 Egg parasitism (%) | 卵不明死亡率 Unknown mortality of egg (%) | 卵孵化率 Egg hatching (%) |
|---|---|---|---|---|
| Aug. 30 | 1,097 | 22.6 | 14.1 | 63.3 |
| Aug. 30 | 1,162 | 21.4 | 19.2 | 9.4 |
| Aug. 30 | 715 | 55.8 | 37.9 | 6.3 |
| Aug. 30 | 526 | 56.7 | 26.4 | 16.9 |
| Aug. 30 | 285 | 56.8 | 22.8 | 20.4 |
| Aug. 30 | 187 | 41.7 | 45.5 | 12.8 |
| Aug. 30 | 148 | 46.6 | 45.3 | 8.1 |
| Aug. 30 | 98 | 79.6 | 5.1 | 15.3 |
| Sept. 2 | 73 | 58.9 | 39.7 | 1.4 |
| Sept. 2 | 72 | 48.6 | 30.6 | 20.8 |
| Sept. 2 | 225 | 37.8 | 51.2 | 11.0 |
| Sept. 3 | 113 | 37.2 | 36.3 | 26.5 |
| Sept. 3 | 91 | 41.7 | 0 | 58.3 |
| 平均 Average | — | 46.6 | 28.8 | 24.6 |

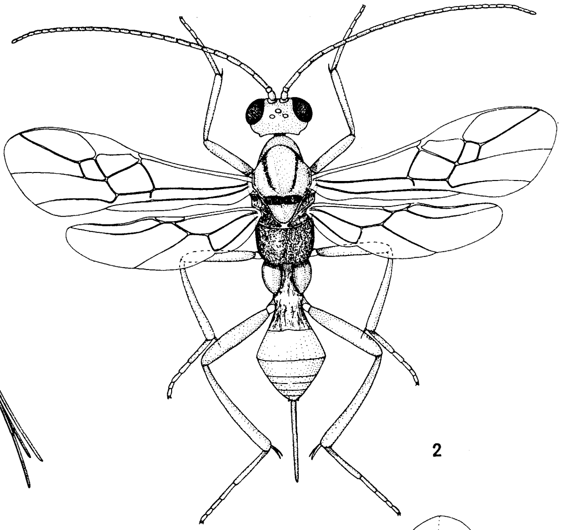
表2. 三紋螟蛾幼蟲與蛹之田間存活率

**Table 2.** Survival rate of larvae and pupae of *Hedylepta indicata* in soybean field

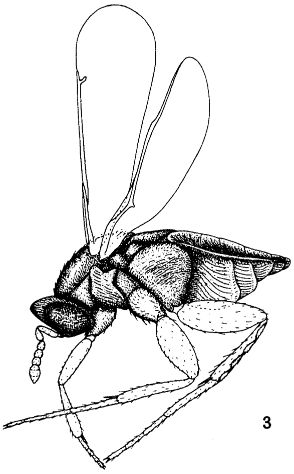
| 第一齡幼蟲數/每盆 No. of 1st instar larvae/pot | 幼蟲期 Larval stage | | | | | 蛹期 Pupal stage |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1st | 2nd | 3rd | 4th | 5th | |
| 100 | 72.0 | 38.0 | 30.0 | 17.0 | 3.0 | 0 |
| 103 | 73.8 | 61.2 | 43.7 | 28.2 | 1.0 | 0 |
| 113 | 99.1 | 79.6 | 50.4 | 11.5 | 0 | 0 |
| 109 | 93.6 | 89.0 | 56.9 | 33.9 | 3.7 | 0 |
| 100 | 90.0 | 72.0 | 58.0 | 12.0 | 1.0 | 0 |
| 162 | 58.0 | 42.0 | 22.2 | 13.0 | 5.5 | 0 |
| 129 | 92.7 | 68.0 | 50.3 | 23.4 | 4.2 | 0 |
| 平均 Average | 82.7 | 64.3 | 44.5 | 19.7 | 2.6 | 0 |



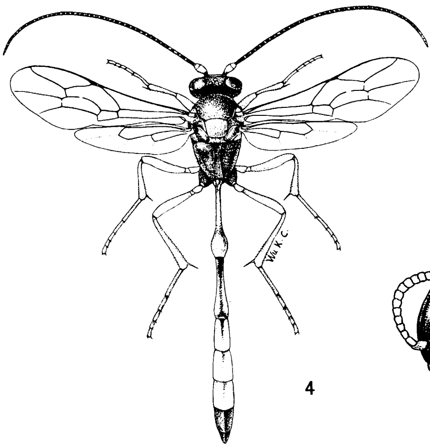
1



2

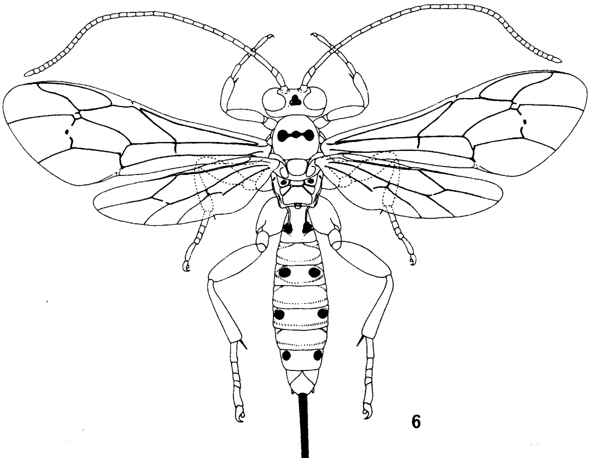


3

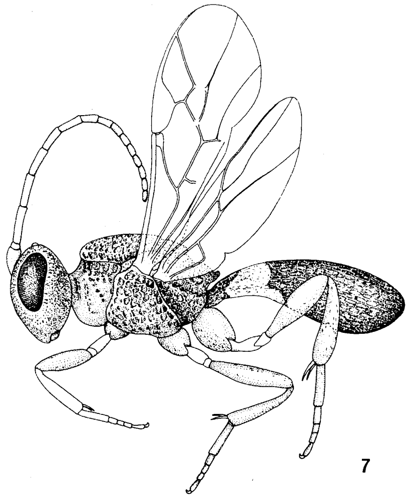


4

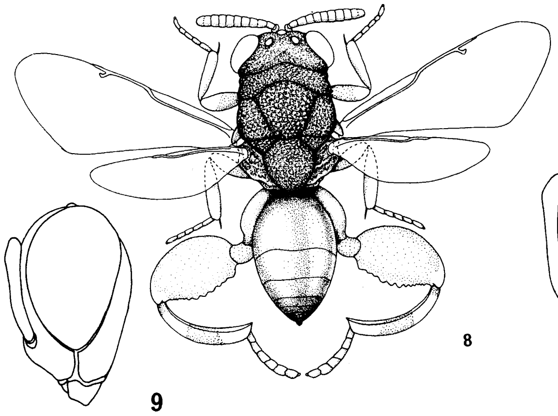
5

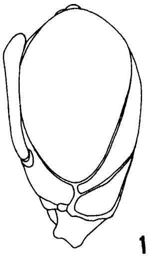


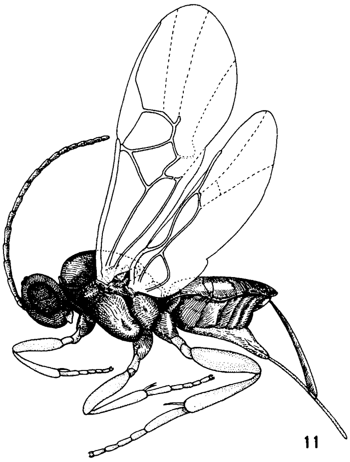
6

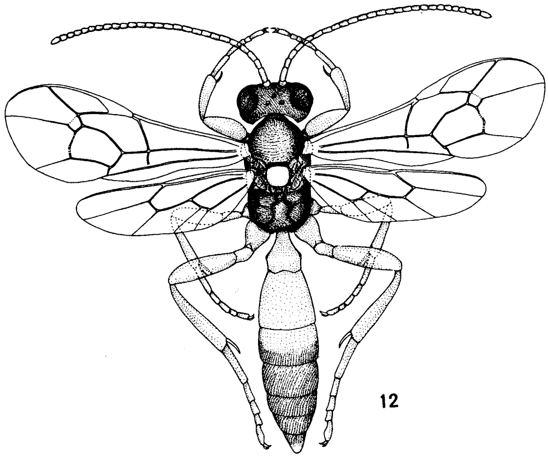


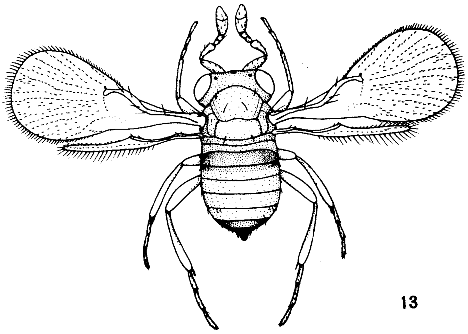
7

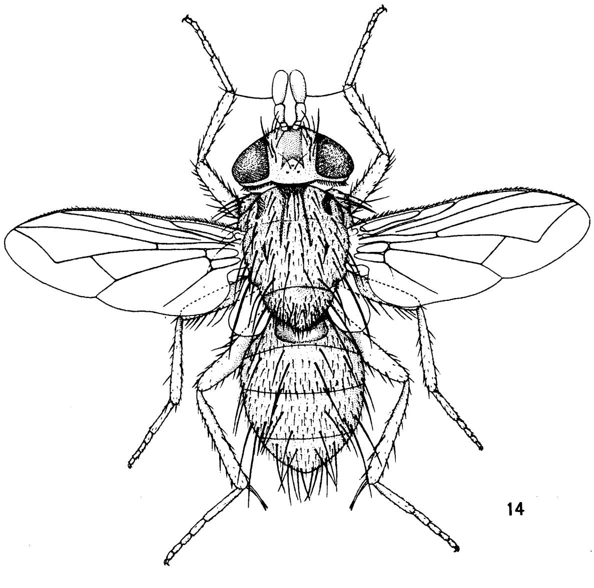

8
9


10


11


12


13


14

**Figs.** 1–14, Parasitoids of *Hedylepta indicata* : 1. *Temelucha* sp. 2. *Meteorus* sp. 3. *Elasmus philippinensis* • 4. *Charops bicolor* • 5. *Goniozus* sp. • 6. *Xanthopimpla punctata* • 7. *Chelonus tabonus* • 8. *Brachymeria excarinata* • 9. head of *Brachymeria excarinata* • 10. head of *Brachymeria lasus* • 11. *Apanteles inquisitor* • 12. *Vulgichneumon diminutus* • 13. *Trichogramma chilonis* • 14. *Carcelia* sp.

及蜘蛛類等。上述天敵似乎均爲影響三紋螟蛾發生消長之重要因子，而且均屬本省三紋螟蛾之新記錄天敵。此外，又記錄螟蛾絨繭蜂之 5 種重複寄生蜂，即橫脊姬蜂（*Stictopisthus* sp.）、釉小蜂（*Tetrastichus* sp.）、廣肩小蜂（*Eurytoma* sp.）、大腿小蜂（*Brachymeria* sp.）及圓腹卵蜂（*Aphanogmus* sp.）等是。

**三紋螟蛾及其天敵之發生與消長**

民國 69 與 70 年之調查結果，發現三紋螟蛾幼蟲於 69 年春作大豆栽培後 50 天逐漸發生，至同年 5 月中、下旬時達最高峰，至 6 月上旬因大豆葉片黃化而趨銳減。夏作大豆種植後 20 天第 1 次調查時僅發現 2 隻幼蟲，以後蟲數雖有增加但數量不多。臺中區夏作大豆之初熟至全熟期與秋作大豆之生長初期重疊，因而秋作第 1 次調查時即發現三紋螟蛾幼蟲，至 10 月下旬蟲數增多，隨後又趨減。70 年該蛾在春、夏、秋 3 期豆作上之發生期與 69 年相若，但在發生數量上則有顯著之變化，其幼蟲在春、夏作大豆時發生不多，而在秋作全熟時，幼齡幼蟲之數量突然激增。總括 69 至 70 年間之調查，三紋螟蛾幼蟲於大豆春、秋作時發生較多，夏作則少（圖15）。三紋螟蛾幼蟲與蛹之被寄生率則以秋作爲最高，春作次之，夏作最低。前後兩年之秋、春、夏作之平均寄生率分別爲 35.2，30.0 及 8.3 %（表 3，圖 15）。其卵之被寄生率 69 年夏作約達 11.5%（表 3）。

**表 3.** 本省三紋螟蛾之寄生性天敵

**Table 3.** Parasitoids of *Hedylepta indicata* in Taiwan (1980)

| 寄生性天敵 Parasitoids | 寄主被寄生時期[a] Stage of host parasitized | 寄生率 Parasitism (%) 春作 Spring crop[b] 1980 | 1981 | 夏作 Summer crop[b] 1980 | 1981 | 秋作 Fall crop[b] 1980 | 1981 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 膜翅目 HYMENOPTERA | | | | | | | |
| 小繭蜂科 Braconidae | | | | | | | |
| *Apanteles inquisitor* | L | 15.5 | 38.6 | 2.8 | 6.6 | 48.5 | 17.8 |
| *Chelonus tabonus* | L | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 |
| *Meteorus* sp. | L | 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 姬蜂科 Ichneumonidae | | | | | | | |
| *Charops bicolor* | L | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Temelucha* sp. | L | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.0 | 0 |
| *Vulgichneumon diminutus* | P | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Xanthopimpla punctata* | P | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 大腿小蜂科 Chalcididae | | | | | | | |
| *Brachymeria excarinata* | L - P | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 |
| *B. lasus* | L - P | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 羅小蜂科 Elasmidae | | | | | | | |
| *Elasmus philippinensis* | L | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0.3 | 0 |
| 毛小蜂科 Trichogrammatidae | | | | | | | |
| *Trichogramma chilonis* | E | — | — | 11.5 | — | — | — |
| 螃蜂科 Bethylidae | | | | | | | |
| *Goniozus* sp. | L | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 雙翅目 DIPTERA | | | | | | | |
| 寄生蠅科 Tachinidae | | | | | | | |
| *Carcelia* sp. | L - P | 3.7 | 0.7 | 2.8 | 0 | 1.7 | 0.1 |

*a*：L＝幼蟲期，P＝蛹期，E＝卵期

*b* 春作 (Spring crop) Mar-June, 夏作 (Summer crop) Aug-Oct, 秋作 (Fall crop) Oct-Dec.

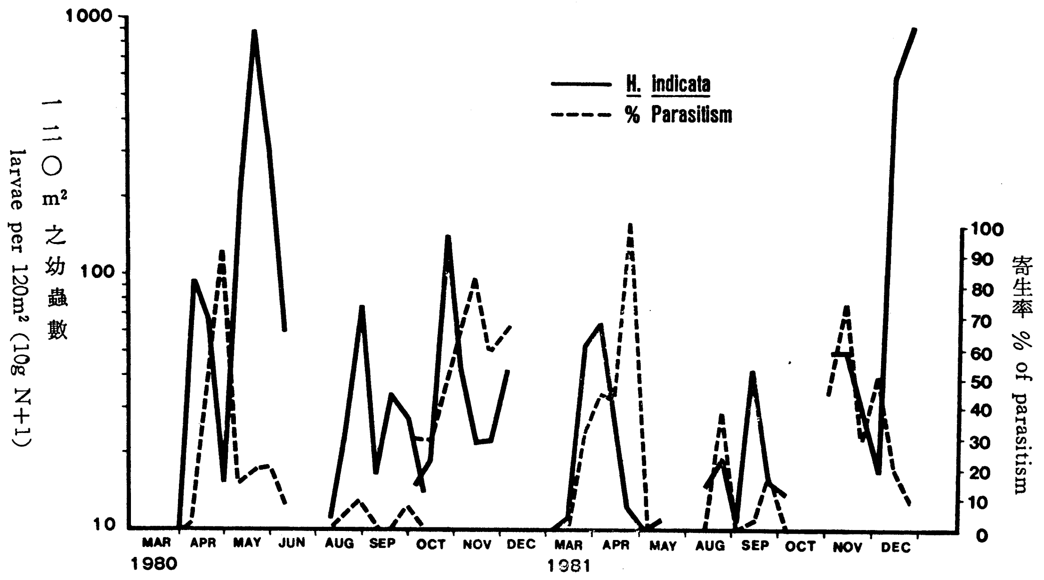



圖 15. 臺中萬豐大豆田三紋螟蛾及其寄生性天敵之發生消長

**Fig. 15.** Seasonal fluctuation of *Hedylepta indicata* on soybean field in Wanfeng, Taichung.

## 討 論

大豆植株對害蟲之為害有很强之補償作用，一般在其開花中期（midbloom）之前與後，分別可以忍受 33 與 17 %之葉片損失，而不至影響及大豆之產量[12]。因此為害大豆葉之害蟲不妨考慮使用生物防治。

三紋螟蛾卵在室內之孵化率約為 96.5 %，其在田間之存活率平均為 24.6 %（1.4—63.3 %），其中被寄生者占 46.6 %，不明死亡者占 28.8 %。分析試驗結果，發現每 1 豆株上含卵 100—700 粒時，被寄生率為 37.2—79.6 %，但每株含卵 1,100 粒以上時，被寄生率僅約 22 %。成蛾在田間自行產卵者，因其卵粒多數分散，被寄生率僅約 11.5 %，較之人工接卵者相差甚遠，可見卵寄生蜂之寄生率與寄主卵密度之高低關係密切。

在田間進行三紋螟蛾幼蟲與蛹之存活率觀察時，發現接在豆株上之第一齡幼蟲均未能發育至成蟲，亦未發現有被天敵寄生者，但在捲葉中發現有捕食性天敵即條紋步行蟲（*Drypta lineola*）、巨眼長椿象（*Geocoris* sp.）、蠼螋及蜘蛛等存在，似可推知其幼蟲多被此類天敵所捕食。又放飼田間之第一齡幼蟲，待其發育為二齡幼蟲時取回室內飼育，約有 25.8 %被螟蛾絨繭蜂（*Apanteles inquisitor*）所寄生，約 6.5 %則因病死亡，故依此推測三紋螟蛾因捕食性天敵捕食之故，而使其被寄生率顯著降低。

**誌謝**：本文承系副研究員林珪瑞鑑定小蜂學名，楊清翰君繪製天敵插圖暨蘇淑芬小姐協助飼蟲，謹此誌謝。

## 參 考 文 獻

1. Bhattacherjee, N. S. 1976. Records of soybean leaf roller parasites. Ent. Newsl. 6(3) : 28.
2. Bhattacherjee, N. S. 1976. Record of the parasites and predators of soybean leaf rollers in India. Indian. J. Ent. 38(4) : 383-384.
3. Bruner, S. C. 1931. Report of the Department of Entomology and Phytopathology for 1929-1930. Experiment station of Santiago de las Vegas, Cuba. 74pp.

4. Cherian, M. C. 1929. Life history notes on *Lamprosema indicata* (Pyradidae), a caterpillar pest of chrysanthemums. J. Bombay Nat. Hist. Soc. 33(4) : 857-860.

5. Dupont, P. R. 1927. Insect notes. Seychelles : Ann. Rept. Dept. Agric. 1926 : 3-4.

6. Etienne, J. 1975. Notes on the rearing and biology of *Pseudoperichaeta laevis* (Diptera : Tachinidae) on a laboratory host. Entomophaga 20(1) : 105-111.

7. Finlayson, T. 1976. Cephalic structures and spiracles of final-instar larvae of the genus *Toxophoroides* (Hymenoptera : Ichneumonidae : Lycorininae). Can. Ent. 108(9) : 981-984.

8. Herting, B. & F. J. Simmonds. 1975. A catalogue of parasites and predators of terrestrial arthropods. Section A. Host or prey/enemy 6(1) : 170.

9. Kapoor, K. N., J. P. Gujrati & G. A. Gangrade. 1972. Bionomics of *Lamprosema indicata* Fabricius (Lepidoptera : Pyralidae), a pest of soybean in Madhya pradesh. Indian J. Ent. 34(2) : 102-105.

10. Mammen, K. V. & K. V. Joseph. 1965. Biology of the pea leaf roller, *Nacoleia vulgalis* Guenee (Lepidoptera : Pyralidae). Agric. Res. J. Kerala 3(1) : 51-54 (RAE 53 : 495).

11. Thompson, W. R. 1946. A catalogue of the parasites and predators of insect pests. Section 1. Parasite host catalogue. Part 7. Parasites of the Lepidoptera : 285. Belleville, Ont., Canada. The imperial parasite service.

12. Turnipseed, S. G. & M. Kogan. 1976. Soybean Entomology. Ann. Rev. Ent. 20 : 247-282.

# Biology and Natural Enemies of *Hedylepta indicata* in Taiwan[1]

Ching-chin Chien, Liang-yih Chou and Shui-chen Chiu[2]


## Summary

The soybean leaf roller, *Hedylepta indicata* (Fabr.) (Lepidoptera : Pyralidae), was found to be very common in soybean fields in Wanfeng, Taichung. Its populations were more abundant in Spring and Fall crops than in Summer crop. Its developmental period from egg to abult was about 24 days. The duration of the egg, larval, and pupal stages averaged 4, 14, and 6 days, respectively. The duration of the 1st to 5th larval instars averaged 3, 2, 2, 2, and 5 days, respectively. Pupation took place inside rolled soybean leaves. Adults fed with 10% honey water were able to live for about 8 days in average under laboratory conditions. Mating took place a day after adult emeragence. Oviposition always occurred within a day after mating and continued throughout the life-span of a female. The total number of eggs laid was between 165-466 with an average of 311. The sex ratio was 1.3♀ : 1♂.

In the laboratory, the percentage of egg hatched and survival rate from larval to adult stage were 96.5 and 54.7%, respectively. However, only 24.6% of egg hatched and no larva survived to adult when a total of 4,792 eggs and 816 1st instar larvae were infested in the field. This phenomenon is probably caused by the occurrence of the egg parasitoid and larval predators.

There were 13 parasitoids of the soybean roller recorded. They were 1 egg parasitoid (*Trichogramma chilonis* Ishii), 7 larval parasitoids (*Apanteles inquisitor* (Wilk.), *Chelonus tabonus* Sonan, *Meteorus* sp., *Charops bicolor* (Szep.), *Temelucha* sp., *Elasmus philippinensis* Ashm. and *Goniozus* sp.), 3 larval-pupal parasitoids (*Brachymeria excarinata* Gahan, *B. lasus* (Wlk.) and *Carcelia* sp.), and 2 pupal parasitoids (*Xanthopimpla punctata* (Fabr.) and *Vulgichenumon diminutus* (Mats.)). Of these, *A. inquisitor* was the predominant. It should be noted that all of the above mentioned parasitoids had not been recorded as parasitoids of *H. indicata* in Taiwan. The average parasitisms of these parasitoids in the Spring, Summer and Fall soybean crops were 30.0, 8.3 and 35.2%, respectively.

In addition to the above parasitoids, *Eocanthecona furcellata* Wolff, *Paederus fuscipes* Curtis, *Drypta lineola* M'Leay, *Geocoris* sp., an earwing, and some spiders were also found to prey on the larvae of *H. indicata* in soybean fields.

Five hyperparasitoids of *A. inquisitor* were reared and identified as *Stictopisthus* sp., *Tetrastichus* sp., *Eurytoma* sp., *Brachymeria excarinata*, and *Aphanogmus* sp. during our studies.


---

1. Contribution No. 1160 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant entomologists and Senior entomologist of the Department of Applied Zoology, TARI. Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.

Jour. Agric. Res. China (中華農業研究) 33(2) : 190~205 (1984)

# A List of the Ichneumonid Types in Taiwan (Hymenoptera)[1]

by

**Henry Townes**[2]

**Abstract** : The types and lectotypes of Ichneumonidae in the Taiwan Agricultural Research Institute are listed alphabetically, with their original descriptions, type localities, present condition, and correct names. New synonymy, retrieval from synonymy, or new generic placements are proposed for the types of *Anilasta japonica*, *Anomalon discoidellum*, *Campoplex taiwana*, *Colpotrochia montana*, *Dioctes gelachiae*, *Enicospilus chalasmatos*, *E. flatus*, *E. quintuplex*, *E. tenuinubeculus*, *Ephialtes miwai*, *Gambrus homonae*, *Habrocryptus ruficoxatus*, *Hypsicera exserta*, *Melcha lemae*, *Teleutaea townesi*, and *Ventura rufipetiola*.

The only types of Ichneumonidae in Taiwan are in the collection of the Taiwan Agricultural Research Institute, 189 Chungcheng Road, Wanfeng, Wufeng, Taichung, Taiwan, Republic of China. Thus, a list of the ichneumonid types in Taiwan is also a list of types in this Institute.

The Taiwan Agricultural Research Institute was formerly on Roosevelt Road, in Taipei. In 1977 it moved to its present location, sixteen kilometers south of the city of Taichung on Route 4, six kilometers south of the town of Wufeng, in Taichung Prefecture. To reach the Institute one may take the train (or bus) from Taipei to Taichung (about 200km.), walk or taxi from the train station to the bus station, and take a bus to Wanfeng. The collection is in the Entomology and Plant Pathology building of the Institute and is curated by Miss Shui-chen Chiu (married name Mrs. Sally Chiu Wan). The ichneumonid types are in the type collection in special drawers.

The types deteriorated somewhat from humidity during the Second World War in the former building on Roosevelt Road in Taipei or during wartime precautionary evacuation to Sunmoon Lake, but are all in identifiable condition. They are now safely kept in a good building. Many of the types have had parts (especially heads) detached and glued on points for study or for drawing. Parts that are lacking entirely are listed for each type. Authors of the types are J. Sonan, Shui-chen Chiu, Henry Townes and Shui-chen Chiu, Gupta and Maheshwary, Maheshwary and Gupta, and T. Shiraki. Most

---

1. Contribution No. 1161 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Special Chair, Department of Applied Zoology, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC. Present Address : American Entomological Institute, 5950 Warren Road, Ann Arbor, Michigan 48105, USA.

of the types are from Taiwan. A few are from Korea, Japan, Ryukyu Islands, mainland China, and the type of *Enicospilus fossatus* from Malaysia.

**Acknowledgments :** I was working March, April, and May 1983 at the Taiwan Agricultural Research Institute under a grant from the Taiwan National Science Council. My primary objective was to sort the ichneumonid collection of the Institute to genus. As a side project I reviewed the ichneumonid types.

Miss Shui-chen Chiu gave needed assistance in practical and scientific matters while I was working at the Institute. She has reviewed this manuscript, supplied some missing details, and paid attention to the correct recording of Taiwanese localities.

## LIST OF TYPES

**Acerataspis cruralis** Chiu, 1962. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 20 : 5. ♀.

Type: ♀, Chuifen, Wushe, Taiwan, Sept. 2, 1940, J. Sonan.

Identity: *Acerataspis cruralis* Chiu.

**Angitia arisana** Sonan, 1936. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 26 : 269. ♂, ♀.

Lectotype (labeled as type with a round printed label and hereby designated): ♀, Funkiko at 1,500m. on Arisan [=Alishan], Mar. 17, 1936, J. Sonan.

Identity : *Eriborus arisana* Sonan. Transferred to *Eriborus* by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Anilasta japonica** Sonan, 1930. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 20 : 269. ♂, ♀.

Type: ♀ (lacking abdomen), Hakodate, Japan, Aug. 4, 1921, T. Shiraki.

Identity:*Lemophagus japonicus* Sonan. **New combination.**

**Anomalon discoidellum** Sonan, 1930. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 20 : 139. ♂, ♀.

Type: ♀ (lacking flagella), specimen labeled Taihyo, but published as Taihoku [= Taipei], Taiwan, Apr. 13, 1924, J. Sonan.

Identity: *Habronyx discoidellus* Sonan. **New combination.**

**Apophua badia** Chiu, 1965. Quart. Jour. Taiwan Mus. 18 : 217. ♂.

Type: ♂ (lacking flagella and wings), Taitung, Taiwan, Feb. 25 to Mar. 27, 1919, S. Inamura, J. Sonan, and M. Yoshino.

Identity: *Apophua badia* Chiu.

**Apophus** (!) **karenkonus** Sonan, 1936. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 26 : 252. ♀.

Type: ♀ (lacking flagella and wings), Karenko [=Hualien], Taiwan, 1,000 to 3,000m., July 20 to Aug. 4, 1919, T. Okuni, J. Sonan, K. Miyake, and M. Yoshino.

Identity : *Apophua karenkona* Sonan.

**Apophus** (!) **taiheizanus** Sonan, 1936. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 26 : 251. ♂, ♀.

Type: ♀ (lacking antennae and front legs), Taiheizan [=Taipingshan], 1,000 to 1,500m., Taiwan, Aug. 26, 1925, J. Sonan.

Identity: *Glypta taiheizana* Sonan.

**Batithrix** (!) **kuwanae** var. **nigrans** Sonan, 1930. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 20 : 358. ♂.

Type: ♂ (lacking abdomen and middle and hind tarsi), reared from *Oulema melanopus* (probably *O. oryzae*), Hakodate, Japan, Aug. 4, 1921, T. Shiraki.

Identity: *Bathythrix kuwanae* Viereck. Synonymized by Kuwayama, 1932.

**Batithrix (!) rufus** Sonan, 1930. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 20 : 358. ♂.

Type: ♂ (lacking head, abdomen, and apical segments of front and hind tarsi), reared from *Oulema melanopus* (probably *O. oryzae*), Niigata, Japan, July 18, 1921, T. Shiraki.

Identity: *Gambrus? rufus* Sonan. Transferred to *Gambrus*? by Townes, Momoi, and Townes, 1965.

**Campoplex chiuae** Gupta and Maheshwary, 1977. Ichneumonologia orientalis 4 : 54. ♀.

Type: ♀, Kuandouchi, Taiwan, Oct. 16 to 22, 1970.

Identity: *Campoplex chiuae* Gupta and Maheshwary.

**Campoplex pusillus** Gupta and Maheshwary, 1977. Ichneumonologia orientalis 4 : 71. ♀.

Type: ♀, Sintien, Taiwan, Apr. 3, 1963, K. S. Lin.

Indentity: *Campoplex pusillus* Gupta and Maheshwary.

**Campoplex taiwana** Sonan, 1937. Trans. Nat. Hist. Soc. Formora 27 : 171. ♀.

Type: ♀, reared from *Polistes mandarinus*, Taihoku [=Taipei], Taiwan, June 14, 1972, M. Matsuda.

Identity: *Venturia taiwana* Sonan. **New combination.**

**Casinaria buddha** Maheshwary and Gupta, 1977. Ichneumonologia orientalis 4 : 145. ♂, ♀.

Type: ♂ [Taitung], Taiwan, Jan. 11 to 17, 1971, Malaise trap.

Identity: *Casinaria buddha* Maheshwary and Gupta.

**Casinaria colacae** Sonan, 1939. Zool. Soc. Japan, Tokyo, Dobutugaku Zasshi 51 : 429, 431, ♂.

Type: ♂, reared from *Parnara colacae*, Heito [=Pingtung], Taiwan, Oct. 3, 1928, R. Yamaho.

Identity: *Casinaria pedunculata pedunculata* Szépligeti. Synonymized by Maheshwary and Gupta, 1977.

**Casinaria leo rufipedalis** Maheshwary and Gupta, 1977. Ichneumonologia orientalis 4 : 165. ♀.

Type: ♀, Sunmoon Lake, Taiwan, Nov. 5, 1968, Malaise trap.

Identity: *Casinaria leo rufipedalis* Maheshwary and Gupta.

**Casinaria simillima** Maheshwary and Gupta, 1977. Ichneumonologia orientalis 4 : 144. ♂.

Type: ♂, Taipei, Taiwan, Nov. 26, 1968, K. H. Chang.

Identity : *Casinaria simillima* Maheshwary and Gupta. It is not certain that *simillima* is distinct from *C. formosana*. There is no clear difference. The claspers of the type are retracted and not visible.

**Charops arctornisae** Sonan, 1930. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 20 : 268. ♂, ♀.

Type: ♀, Taihoku [=Taipei], Taiwan, Feb. 21, 1921, J. Sonan.

Identity: *Dichelobosmina papilionis* Ashmead. Synonymized by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Charops flavipetiolus** Sonan, 1929. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 19 : 416. ♂.

Type: ♂, Taihoku [=Taipei], Taiwan, Apr. 1, 1921, J. Sonan.

Identity: *Scenocharops flavipetiolus* Sonan. Transferred to *Scenocharops* by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Chreusa taiwana** Sonan, 1932. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 22 : 85. ♂, ♀.

Type: ♀ (lacking flagella beyond first segment), Taiheizan [=Taipingshan], Taiwan, Aug. 26, 1923, J. Sonan.

Identity: *Hemigaster taiwana* Sonan. Transferred to *Hemigaster* by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Coleocentrus alpinus** Chiu, 1971. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 29 : 3. ♀.

Type: ♀ (lacking flagella and front tarsi), Anma, Tashehshan, Taiwan, Apr. 4, 1962, S. C. Chang.

Identity: *Coleocentrus alpinus* Chiu.

**Colpotrochia brevicincta** Chiu, 1962. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 20 : 22. ♀.

Type: ♀, Alishan, Taiwan, Oct. 10, 1912, I. Nitobe.

Identity: *Colopotrochia brevicincta* Chiu.

**Colpotrochia montana** Chiu, 1962. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 20 : 22. ♂, ♀.

Type: ♀, Hualien, Taiwan, July 20 to Aug. 4, 1919, T. Okuni. J. Sonan, K. Miyake, and M. Yoshino.

Indentity: *Colpotrochia brevicincta* Chiu. **New synonym.**

**Colpotrochia nana** Chiu, 1962. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 20 : 19. ♀.

Type: ♀, Alishan, Taiwan, Aug. 24, 1927, J. Sonan [and K. Shibata].

Identity: *Colpotrochia nana* Chiu.

**Colpotrochia plana** Chiu, 1962. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 20 : 19. ♂, ♀.

Type: ♀, Kanshirei (=Kuantzuling) Taiwan, Nov. 10, 1926, J. Sonan.

Identity: *Colpotrochia plana* Chiu.

**Cremastus (Tarytia) Shirakii** Sonan, 1930. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 20 : 142. ♂, ♀.

Type: ♀ (lacking head), Taihoku [=Taipei], Taiwan, Oct. 1915, J. Sonan.

Identity: *Temelucha shirakii* Sonan. Transferred to *Temelucha* by Townes, 1958.

**Cryptus flavicoxatus** Sonan, 1930. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 20 : 272. ♂.

Type: ♂, reared from *Hyblaea puera* , Kizan [=Chishan], in Takao-Shu, Taiwan, June 15, 1930, Y. Yamazaki.

Identity: *Friona okinawana* Uchida. Synonymized by Uchida, 1932.

**Cryptus trirrhogmaniformis** Sonan, 1929. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 19 : 424. ♂.

Type: ♂, Reared from *Monema* sp., Shinchiku=[Hsinchu], Chikurin [=Chulin], 3,000 ft., Sept. 10, 1928, J. Sonan.

Identity: *Chlorocryptus coreanus* Szépligeti. Synonymized by Uchida, 1930.

**Cyanoxorides formosanus** Sonan, 1936 . Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 26 : 332. ♀.

Type: ♀, Karenko [=Hualien], Taiwan, 1,000 to 3,000 m., July 20 to Aug. 4, 1919, T. Okuni, J. Sonan, K. Miyake , and M. Yoshino.

Identity: *Xorides (Epixorides) formosanus* Sonan. Transferred to *Xorides (Epixorides)* by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Delopia nigrifemur** Sonan, 1929. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 19 : 417. ♂.

Type: ♂, Taihoku [=Taipei], Taiwan, Mar. 6, 1924, J. Sonan.

Identity: *Dusona nigrifemur* Sonan. Transferred to *Dusona* by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Dioctes gelachiae** Sonan, 1939 (July). Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 29 : 20 1. ♀.

Type: ♀, Taihoku [=Taipei], Taiwan, May 16, 1935, S. Issiki.

Identity: *Venturia oditesi* Sonan. **New synonym.** It is uncertain whether *gelachiae* or *oditesi* has priority. Both are dated July, 1939.

**Drepanoctonus auritus** Chiu, 1962. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 20-23. ♀.

Type: ♀, Fenchihu, Taiwan, Nov. 16, 1920, J. Sonan.

Identity: *Drepanoctonus auritus* Chiu.

**Enicospilus bullatus** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 53. ♀.

Type: ♀ (lacking hind legs), Kanshirei [=Kwantzuling], Taiwan, Nov. 19, 1928, J. Sonan.

Identity: *Enicospilus xanthocephalus* Cameron. Synonymized by Gauld and Mitchell, 1981.

**Enicospilus chalasmatos** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 69. ♀.

Type: ♀ (lacking last segment of hind tarsi), Shonan-o, Rato [=Lotung], Taiwan, Dec. 11, 1930, Y. Yanazaki.

Identity: *Enicospilus chalasmatos* Chiu. Gauld and Mitchell, 1981, synonymized *E. chalasmatos* with *E. maai*, but comparison of the types of *chalasmatos* and *maai* indicates that they are probably different species.

**Enicospilus concavus** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 45. ♂.

Type: ♂ (lacking hind tarsi and genitalia), reared from *Polydesmia umbricola*, Taihoku [=Taipei], Taiwan, Jan. 24, 1932, J. Sonan.

Identity: *Enicospilus ashbyi* Ashmead. Synonymized by Gauld and Mitchell, 1981.

**Enicospilus crucis** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 70. ♀.

Type: ♀ (lacking hind tarsal segments 4-5), Jujiro (near Arisan [=Alishan]), Taiwan, Apr. 26, 1931, T. Shiraki.

Identity: *Enicospilus aciculatus* Taschenburg. Synonymized by Gauld and Mitchell, 1981.

**Enicospilus exaggeratus** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 24. ♀.

Type: ♀, Taiheizan [=Taipingshan], Taiwan, May 10, 1942, A. Mutuura.

Identity: *Enicospilus exaggeratus* Chiu.

**Enicospilus flatus** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 28. ♀.

Type: ♀ (lacking segments 3-5 of hind tarsi), Taihoku [=Taipei], Taiwan, May 28, 1931, J. Sonan.

Identity: *Enicospilus flatus* Chiu. Synonymized with *E. lineolatus* by Gauld and Mitchell, 1981, but probably a distinct species. From *lineolatus* it differs in having the distal sclerome different (as illustrated by Chiu) and the temple a little fuller. The proximal sclerome which Chiu illustrated, however, seems to be absent from the type of *flatus*.

**Enicospilus fossatus** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 63. ♀.

Type: ♀ (lacking segments 2-5 of hind tarsi), Johore, Malay Peninsula, Oct. 1, 1916, S. Kiyatake [not Kitatake].

Identity: *Enicospilus capensis* Thunberg. Synonymized by Gauld and Mitchell, 1981.

**Enicospilus fusiformis** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 27. ♂, ♀.

Type: ♀ (lacking segment 5 of hind tarsi), Urai [=Wulai], Taiwan, June 24, 1933, K. Kobayashi.

Identity: *Enicospilus fusiformis* Chiu.

**Enicospilus gephyrus** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 32. ♀.

Type: ♀ (lacking last segment of hind tarsi), Tokusa, Yamaguchi, Japan, Aug. 1, 1922, T. Shiraki.

Identity: *Enicospilus javanus* Szépligeti. Synonymized by Gauld and Mitchell, 1981.

**Enicospilus glabrifacies** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 40. ♂.

Type: ♂ (lacking hind tarsi and genitalia), Kuraru [=Kueitzuchiao] Taiwan, Aug. 1, 1931, T. Shiraki.

Identity: *Enicospilus vestigator* Smith. Synonymized by Gauld and Mitchell.

**Enicospilus iracundus** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 17. ♂.

Type: ♂ (lacking genitalia and front legs beyond first trochanter), Ruikyu Islands, 1922, J. Sonan.

Identity: *Enicospilus iracundus* Chiu.

**Enicospilus laticarinatus** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 19. ♀.

Type: ♀ (lacking segments 3-5 of hind tarsi), Takeyama [=Chusan], Taiwan, Feb. (not Jan.) 6, 1928, J. Sonan.

Identity: *Enicospilus dolosus* Tosquinet. Synonymized by Gauld and Mitchell, 1981.

**Enicospilus leetoni** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 38. ♂, ♀.

Type: ♀ (lacking segments 3-5 of hind tarsi), Taihoku [=Taipei], Taiwan, Sept. 1, 1925, J. Sonan.

Identity: *Enicospilus laqueatus* Enderllein. Synonymized by Gauld and Mitchell, 1981.

**Enicospilus maai** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 22. ♀.

Type: ♀ (lacking segments 3-5 of hind tarsi), Musha [=Wushe], Taiwan, Jan. 1, 1929, K. Sato.

Identity: *Enicospilus maai* Chiu.

**Enicospilus molopos** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 57. ♂, ♀.

Type: ♀ (lacking segments 3-5 of hind tarsi), Rengechi [=Lienhuachih] , Taiwan, Oct. 9, 1935, S. Issiki.

Identity: *Enicospilus sauteri* Enderlein. Synonymized by Gauld and Mitchell, 1981.

**Enicospilus multidens** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 75. ♂, ♀.

Type: ♀ (lacking hind tarsal segments 2-5), Minomo, Japan, July 20, 1918, N. Tosawa.

Identity: *Enicospilus multidens* Chiu.

**Enicospilus nasutus** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13: 65. ♂, ♀.

Type: ♀ (lacking last segment of all tarsi), Kanshirei [=Kwantzuling], Taiwan, Nov. 9, 1926, S. Toyota.

Identity: *Enicospilus riukiuensis* Matsumura and Uchida. Synonymized Gauld and Mitchell, 1981.

**Enicospilus obliquus** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 54. ♂. Name preoccupied by Morley, 1912. Renamed *E. clinatus* by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

Type: ♂ (lacking abdomen and hind legs beyond femur), Kuraru [=Kueitzuchiao], Taiwan, March 12 to 15, 1931, T. Shiraki.

Identity: *Enicospilus xanthocephalus* Cameron. Synonymized by Gauld and Mitchell, 1981.

**Enicospilus quintuplex** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 61. ♀.

Type: ♀ (lacking hind tarsal segments 2-5), Shaowu, Fukien, mainland China, Oct. 8, 1945, S. H. Chao.

Identity: *Enicospilus quintuplex* Chiu. Synonymized with *E. melanocarpus* Cameron by Gauld and Mitchell, 1981, but differing from *melanocarpus* in the curvature of discocubital vein, somewhat different scleromes in the discocubital cell, and in lacking black apex of abdomen.

**Enicospilus ranunculus** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 36. ♀.

Type: ♀ (lacking segments 4-5 of hind tarsi), Kongo-San [=Mt. Keum-Kang], in "Kôgen-dô", Korda, Sept. 7, 1931, C. Takeya.

Identity: *Enicospilus ranunculus* Chiu.

**Enicospilus receptor** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 40. ♀.

Type: ♀, Koshun [=Hengchun], Taiwan, Nov. 27, 1923, R. Takahashi.

Identity: *Enicospilus vestigator* Smith. Synonymized by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Enicospilus relictus** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 20. ♀.

Type: ♀ (lacking middle and hind tarsi), Bôtel-Tobago=Kôtôsho [=Lanyu Island], Taiwan, March to Apr. 1932, S. Hirayama.

Identity: *Enicospilus shinkanus* Uchida. Synonymized by Gauld and Mitchell, 1981.

**Enicospilus saepis** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 77. ♂, ♀.

Type: ♀, Nara, Japan, Aug. 17, 1918, J. Sonan.

Identity: *Enicospilus saepis* Chiu.

**Enicospilus selmatos** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 50. ♂, ♀.

Type: ♀, Taihoku [=Taipei], Taiwan, Dec. 12, 1925, J. Sonan.

Identity: *Enicospilus nigripectus* Enderlein. Synonymized by Gauld and Mitchell, 1981.

**Enicospilus seniculus** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 71. ♀.

Type: ♀ (lacking hind tarsal segments 4-5), Suigen [=Suwon], Korea, Apr. to June, 1927, K. Sato.

Identity: *Enicospilus shikokuensis* Uchida. Synonymized by Gauld and Mitchell, 1981.

**Enicospilus sigmatoides** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 75. ♂.

Type: ♂ (lacking genitalia and hind tarsal segments 3-5), Suigen [=Suwon] Korea, Apr. 24, 1930, K. Sato.

Identity: *Enicospilus sigmatoides* Chiu.

**Enicospilus tenuinubeculus** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 34 ♀.

Type: ♀ (lacking hind tarsal segments 3-5), Shaowu, Fukien, mainland China, May 23 to 29, 1944, H. F. Chao.

Identity: *Enicospilus tenuinubeculus* Chiu. Synonymized by Gauld and Mitchell, 1981, with *E. pseudoconspersae*, but not conspecific with *pseudoconspersae* (types of the two names compared). Gauld and Mitchell's figure 532 agrees with the type of *pseudoconspersae* but not with that of *tenuinubeculus*.

**Enicospilus transversus** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 14. ♀.

Type: ♀ (lacking segments 3-5 of hind tarsi), Taihoku [=Taipei], Taiwan Jan. 4, 1924, J. Sonan.

Identity: *Enicospilus transversus* Chiu.

**Enicospilus tripartitus** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 36. ♀.

Type: ♀ (lacking segments 4-5 of hind tarsi), Taihoku [=Taipei], Taiwan, Aug. 27, 1937, J. Sonan.

Identity: *Enicospilus tripartitus* Chiu.

**Enicospilus uniformis** Chiu, 1954. Bul Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 25. ♂, ♀.

Type: ♀ (lacking segments 4-5 of hind tarsi), Taihoku [=Taipei], Taiwan, Apr. 14, 1921, J. Sonan [not S. Aoki].

Identity: *Enicospilus lineolatus* Roman. Synonymized by Gauld and Mitchern, 1981.

**Enicospilus yanagiharai** Sonan, 1940. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 30 : 371. ♂.

Type: ♂ (lacking genitalia and hind tarsi beyond first segment), Kita-Daitojima, Ryukyu Islands, March 18, 1939, M. Yanagihara.

Identity: *Enicospilus capensis* Thunberg. Synonymized by Gauld and Mitchell, 1981.

**Enicospilus zeugos** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 64. ♀.

Type: ♀ (lacking segment 5 of middle and hind tarsi), Urai [=Wulai], Taiwan, June, 1931, J. Sonan.

Identity: *Enicospilus grammospilus* Enderlein. Synonymized by Gauld and Mitchell, 1981.

**Enicospilus zyzzus** Chiu, 1954. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 13 : 23. ♀.

Type: ♀, Fukien, Foochow, mainland China, Feb. 13, 1948, H. F. Chao.

Identity: *Enicospilus insinuator* Smith. Synonymized by Gauld and Mitchell, 1981.

**Ephialtes arisanus** Sonan, 1936. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 26 : 104. ♀.

Type: ♀, Funkiko, Arisan [=Alishan], 1,500m., Taiwan, Nov. 16, 1926, J. Sonan.

Identity: *Pimpla arisana* Sonan. Transferred to *Pimpla* by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Ephialtes macropunctatus** var. **urainus** Sonan, 1936. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 26 : 105. ♀.

Type: ♀ (lacking antennae), Urai [=Wulai], Bunzan-gun, Taihoku [=Taipei] Co., Taiwan, Jan. 30, 1930, S. Issiki.

Identity: *Dolichomitus macropunctatus urainus* Sonan. Transferred to *Dolichomitus* by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Ephialtes miwai** Sonan, 1936. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 26 : 107. ♀.

Type: ♀, published as Suisha, labeled "Nichigetsutan" [=Sunmoon Lake], Taiwan, Jan. 27, 1929, Y. Miwa.

Identity: *Paraperithous miwai* Sonan. **New combination.**

**Ephialtes posticus** Sonan, 1936. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 26 : 105. ♀.

Type: ♀, Chôshû [=Chaochou], Taiwan, March 18, 1927, S. Issiki.

Identity: *Dolichomitus macropunctatus urainus* Sonan. Synonymized by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Ephialtes tenchozanus** Sonan, 1936. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 26 : 103. ♀.

Type: ♀, Tenchôzan, Karenko [=Hualien] Co., 500m., Taiwan, July 18 to Aug. 4, 1919, T. Okuni, J. Sonan, K. Miyake, and M. Yoshino.

Identity: *Pimpla tenchozana* Sonan. Transferred to *Pimpla* by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Epirhyssa flavipes** Sonan, 1933. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 23 : 246. ♀.

Type: ♀ (lacking wings), Giran [=Ilan], Taiwan, July 3, 1918, Y. Yamazaki.

Identity: *Sychnostigma flavipes* Sonan. Transferred to *Sychnostigma* by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Epirhyssa hyblaeana** Sonan, 1933. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 23 : 245. ♀.

Type: ♀, Tamai, Tainan-shu [=Yuching], Taiwan, Aug. 1, 1932, T. Mitono.

Identity: *Sychnostigma hyblaeanum* Sonan. Transferred to *Sychnostigma* by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Epiurus giranus** Sonan, 1939. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 29 : 203. ♂, ♀.

Type: ♀ (lacking abdomen), Giran [=Ilan], Taiwan, Feb. 10, 1931, J. Sonan.

Identity: *Scambus (Scambus) giranus* Sonan. Transferred to *Scambus* by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Eripternus akoensis** Shiraki, 1917. Extra Rpt. Taihoku Agr. Exp. Sta. Formosa 15 (109); 145. ♀.

Type: ♀, reared from *Tryporyza incertulas*, Ako [=Pingtung], Taiwan, July, 1912, [Inamura].

Identity: *Diadegma akoense* Shiraki. Transferred to *Diadegma* by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Exochus leptomma** Chiu, 1962. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 20 : 36. ♀.

Type: ♀ (lacking flagella), Wushe, Taiwan, May 18 to June 15, 1919, T. Okuni, [J. Sonan, K. Miyake, and M. Yoshino].

Identity: *Exochus leptomma* Chiu.

**Exochus longicaudis** Chiu, 1962. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 20 : 36. ♀.

Type: ♀, Taipei, Taiwan, Aug. 11, 1958, S. C. Chiu.

Identity: *Exochus longicaudis* Chiu.

**Exochus scutellaris** Chiu, 1962. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 20 : 37. ♀.

Type: ♀, Taipingshan, Taiwan, Aug. 25, 1923, J. Sonan.

Identity: *Exochus scutellaris* Chiu.

**Exochus stenus** Chiu, 1962. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 20 : 34. ♀.

Type: ♀, Tienmu, Taiwan, Dec. 20, 1955, S. C. Chiu.

Identity: *Exochus stenus* Chiu.

**Gambrus homonae** Sonan, 1930. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 20 : 143. ♀.

Type: ♀, reared from *Homona menciana*, Kagoshima, Japan, July 9, 1926, S. Issiki.

Identity: *Ischnus homonae* Sonan. **New combination.**

**Glypta aquila** Chiu, 1965. Quart. Jour. Taiwan Mus. 18 : 212. ♂.

Type: ♂, Patungkwang, Mt. Morrison, [=Yushan] Jul. 16, 1941, S. Miyamoto.

Identity: *Glypta aquila* Chiu.

**Habrocryptus ruficoxatus** Sonan, 1930. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 20 : 357. ♀.

Type: ♀ (lacking flagella beyond first segment), reared from *Oulema melanopus* (probably *O. oryzae*), Yamaguchi, Japan, July 22, 1921, T. Shiraki.

Identity: *Gambrus ruficoxatus* Sonan . **New combination.**

**Henicospilus pseudoconspersae** Sonan , 1927. Rpt. Dept. Agr. Govt. Res. Inst. Formosa 29 : 48. ♂.

Type: ♂ (lacking genitalia and last segment of hind tarsi), Taihoku [=Taipei], Taiwan, Apr. 25, 1927, J. Sonan.

Identity: *Enicospilus pseudoconspersae* Sonan.

**Holocremnus posticae** Sonan, 1929. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 19 : 418. ♀.

Type: ♀, reared from *Orgyia australis postica*, Taihoku [=Taipei], Taiwan, Apr. 10, 1929, J. Sonan.

Identity: *Phobocampe posticae* Sonan. Transferred to *Phobocampe* by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Hymenobosmina eariasi** Sonan, 1939. Zool. Soc. Japan, Tokyo, Dobutugaku Zasshi 51 : 429, 430. ♀.

Type: ♀ (lacking abdomen and hind legs beyond coxae), Tainan, Taiwan, May 22, 1938, S. Oshima.

Identity: *Eriborus eariasi* Sonan. Transferred to *Eriborus* by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Hymenobosmina oditesi** Sonan, 1939 (July). Zool. Soc. Japan, Tokyo, Dobutugaku Zasshi 51 : 428, 430. ♀.

Type: ♀, Heichin [=Pingchen], Taiwan, Apr. 7, 1935, J. Sonan.

Identity: *Venturia oditesi* Sonan. Transferred to *Venturia* by Maheshwary, 1977.

**Hymenobosmina posticae** Sonan, 1929. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 19 : 415. ♂, ♀.

Type: ♀, Taihyo [in Taipei] , Taiwan, March 6, 1924, J. Sonan.

Identity: *Hyposoter posticae* Sonan. Transferred to *Hyposoter* by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Hypsicera townesus** Chiu, 1962. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 20 : 31. ♂.

Type: ♂, Santiaoling, Taiwan, Nov. 15, 1957, F. L. Ye.

Identity: *Hypsicera townesus* Chiu.

**Iseropus heichinus** Sonan, 1930. Trans . Nat. Hist. Soc. Formosa 20 : 138. ♀.

Type: ♀ (lacking abdomen and flagella beyond third segment), Heichin [=Pingchen], Taiwan, Dec. 14, 1929, J. Sonan.

Identity: *Gregopimpla himalayensis* Cameron. Synonymized by Townes, Townes, and

Gupta, 1961.

**Itoplectis homonae** Sonan, 1930. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 20 : 137. ♀.

Type: ♀, Taihyô in Taihoku [=Taipei], Taiwan, Apr. 15, 1928, J. Sonan. The type was seen in 1954. In 1983 it could not be found.

Identity: *Itoplectis homonae* Sonan.

**Limnerium daitojimense** Sonan, 1940. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 30 : 371. ♂.

Type: ♂, Minami-Daitojima, Ryukyu Is., Mar. 18, 1939, M. Yanagihara.

Identity: *Casinaria daitojimensis* Sonan. Transferred to *Casinaria* by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Limnerium homonae** Sonan, 1930. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 20 : 140. ♀.

Type: ♀, Shinchiku [=Hsinchu], Taiwan, Apr. 4, 1921, J. Sonan.

Identity: *Campoplex homonae* Sonan. Transferred to *Campoplex* by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Mecha** (!) **lemae** Sonan, 1930. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 20 : 359. ♂.

Type: ♂ (lacking flagella beyond first segment), reared from *Oulema melanopus* [probably *O. oryzae*], Shirin in Taihoku [=Shilin, Taipei], Taiwan, May 5, 1920, K. Fukuda.

Identity: *Goryphus basilaris* Holmgren. **New synonym.**

**Metopius (Ceratopius) dissectorius taiwanensis** Chiu, 1962. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 20 : 11. ♂, ♀.

Type: ♀, Kyuhabon, Taiwan, Oct. 9, 1926, S. Issiki.

Identity: *Metopius* (*Ceratopius*) *dissectorius taiwanensis* Chiu.

**Metopius (Tylopius) fuscolatus** Chiu, 1962. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 20 : 9. ♀.

Type: ♀ (front wing, hind femur, hind tibia, and hind tarsal segments 1-4 present, the rest of specimen missing), Lienhuachih, Taiwan, Oct. 9, 1926, S. Issiki.

Identity: *Metopius* (*Tylopius*) *fuscolatus* Chiu.

**Metopius (Tylopius) soror** Chiu, 1962. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 20 : 8. ♀.

Type: ♀, Wushe, Taiwan, June 25 to July 5, 1947, Maa, [Chen, and Lin].

Identity: *Metopius* (*Tylopius*) *soror* Chiu.

**Nesopimpla rufiventris** Sonan, 1939. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 29 : 204. ♀.

Type: ♀, Taihoku [=Taipei], Taiwan. Feb. 18, 1926, J. Sonan.

Identity: *Itoplectis narangae* Ashmead, variety. Synonymized by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Pezomachus lemae** Sonan, 1930. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 20 : 271. ♀.

Type: ♀, reared from *Oulema melanopus* (probably *O. oryzae*), Nagano Japan, July 21, 1921, T. Shiraki.

Identity: *Gelis lemae* Sonan. Transferred to *Gelis* by Townes, Momoi, and Townes, 1965.

**Phytodietus arisanus** Sonan, 1936. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 26 : 255. ♀.

Type: ♀, Toroen, Arisan [=Alishan], 1,600m., Taiwan, Sept. 19, 1926, K. Toyota.

Identity: *Phytodietus arisanus* Sonan.

**Phytodietus formosanus** Sonan, 1936. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 26 : 253 ♀.

Type: ♀, Chitsupon [=Chihpen, Taitung], Taiwan, Dec. 13, 1927, S. Akasaka.

Identity: *Phytodietus* (*Phytodietus*) *formosanus* Sonan. Kaur and Jonathan incorrectly referred this to the subgenus *Neuchorus* (1979. Ichneumonologia orientalis 8 : 38).

**Pimpla daitojimana** Sonan, 1940. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 30 : 369. ♂, ♀.

Type: ♀ (lacking abdomen, but abdomen of a *Scambus* glued on to the mount), Kita-Daitojima, Ryukyu Islands, March 18, 1939, M. Yanagihara.

Identity: *Coccygomimus daitojimanus* Sonan. Transferred to *Coccygomimus* by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Poemenia taiwana** Sonan, 1936. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 26 : 414. ♀.

Type: ♀ (lacking flagella and middle legs beyond femur), Kanmon [=Kuangman], Taiwan, Apr. 18, 1910, T. Nitobe.

Identity: *Poemenia taiwana* Sonan.

**Pristomerus taoi** Sonan, 1936. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 26 : 270. ♂, ♀.

Types: 2♂, 2♀, reared from cotton bolls infested with *Earias cupreoviridis* and *Pectinophora gossypiella*, Chia-Tin, Kiangsu, mainland China, Sept. 1935, K. Tao.

Identity: *Pristomerus taoi* Sonan.

**Sachtlebenia sexmaculata** Townes, 1963. Beitr. Ent. 13 : 523. ♀.

Type: ♀, Shaowu Hsein, Fukien Prov., mainland China, 1,200 to 1,500m., Aug. 13 to 17, 1945, T. C. Maa.

Identity: *Sachtlebenia sexmaculata* Townes.

**Sinophorus psycheae** Sonan, 1939. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 29 : 202. ♀.

Type: ♀, reared from *Acanthopsyche taiwana*, Taihoku [=Taipei], Taiwan, Apr. 15, 1924, J. Sonan. Type lost.

Identity: Taxonomic position unknown. Type not seen.

**Siphimedia apicalis** Sonan, 1936. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 26 : 415. ♀.

Type: ♀, Karenko [=Hualien], 1,000 to 3,000m., Taiwan, July 20 to Aug. 4, 1919, T. Okuni, J. Sonan, K. Miyake, and M. Yoshino.

Identity: *Jezarotes apicalis* Sonan. Transferred to *Jezarotes* by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Siphimedia intermedia** Sonan, 1936. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 26 : 418. ♀.

Type: ♀ (lacking flagella, wings, and front legs), Hassenzan [=Pahsienshan], Taiwan, Aug. 28, 1929, S. Issiki and T. Yoshida.

Identity: *Yezoceryx intermedia* Sonan. Transferred to *Yezoceryx* by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Siphimedia nigricephala** Sonan, 1936. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 26 : 417. ♀.

Type: ♀, Tamaru [=Tienwan], Rato-gun [=Lotung], Taihoku [=Taipei] Prefecture, Taiwan, Sept. 1, 1923, J. Sonan.

Identity: *Yezoceryx nigricephala* Sonan. Transferred to *Yezoceryx* by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Siphimedia purpurata** Sonan, 1936. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 26 : 250. ♀.

Type: ♀, Mekaran [=Meihua], Chikutô-gun, Shinchu Prefecture, Taiwan, Aug. 20,

1928, J. Sonan.

Identity: *Yezoceryx purpurata* Sonan. Transferred to *Yezoceryx* by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Siphimedia scutellaris** Sonan, 1936. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 26 : 416. ♀. Name preoccupied in *Yezoceryx* by Uchida, 1926.

Type: ♀ (lacking flagella beyond first segment, middle legs beyond coxae, and segments 2-5 of hind tarsi), Taiheizan [=Taipingshan], Taiwan, Aug. 26, 1929, J. Sonan.

Identity: *Yezoceryx sonani* Townes, Townes, and Gupta. Renamed by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Spilopteron alishanus** Chiu, 1971. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 29 : 22. ♂.

Type: ♂, Jujiro [=Shihtzulu], Taiwan, Apr. 26, 1931, T. Shiraki.

Identity: *Spilopteron alishanum* Chiu.

**Taiwatheronia mahasenae** Sonan, 1936. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 26 : 256. ♂, ♀.

Type: ♀ (lacking abdomen and flagella beyond first segment), Heichin [=Pingchen], Taiwan, Mar. 25, 1921, J. Sonan.

Identity: *Ephialtes taiwanus* Uchida. Synonymized by Townes, 1957.

**Teleutaea arisana** Sonan, 1936. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 26 : 251. ♂, ♀.

Type: ♀, Funkiko [=Fenchihu], Arisan [=Alishan], 1,500m., Taiwan, Nov. 16, 1926, K. Toyota.

Identity: *Teleutaea arisana* Sonan.

**Teleutaea lota** Chiu, 1965. Quart. Jour. Taiwan Mus. 18 : 208. ♀.

Type: ♀ (lacking wings and flagella), Kahadai [=Chiapaotai], Taiwan, June 2, 1941, J. Sonan.

Identity: *Zygoglypta lota* Chiu. Transferred to *Zygoglypta* by Townes, 1970.

**Teleutaea townesi** Chiu, 1965. Quart. Jour. Taiwan Mus. 18 : 208. ♂.

Type: ♂, Alishan, Taiwan, Oct. 2 to 23, 1918, J. Sonan and M. Yoshino.

Identity: *Zygoglypta lota* Chiu. **New synonym**.

**Thalessa arisana** Sonan, 1933. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 23 : 243. ♀.

Type: ♀, Arisan [=Alishan], 2,000m., Taiwan, Oct. 2 to 23, 1918, J. Sonan and M. Yoshino.

Identity: *Megarhyssa arisana* Sonan. Transferred to *Megarhyssa* by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Thalessa bonbonsana** Sonan, 1933. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 23 : 244. ♀.

Type: ♀, Kobayashi near Mt. Bonbon [=Hsiaolin], Taiwan, Aug. 28, 1923, J. Sonan.

Identity: *Megarhyssa bonbonsana* Sonan. Transferred to *Megarhyssa* by Townes, Townes, and Gupta, 1961. Specimens reported as *Thalessa superbiens* Morley by Sonan in 1933 (Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 23 : 423) are actually *bonbonsana*, not *superbiens*.

**Trathala flavopedes** Shiraki, 1917. Extra Rpt. Taihoku Agr. Exp. Sta. Formosa 15 (109) : 147. ♂.

Lectotype (labeled by Chiu and hereby designated): ♂ (lacking flagella, wings except bases, front and middle legs beyond femora, and abdomen beyond tergite 2), Taihoku [=Taipei], Taiwan, July 27, 1917.

Identity: *Eriborus sinicus* Holmgren. Synonymized by Sonan, 1944.

**Triclistus lewi** Chiu, 1962. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 20 : 16. ♀.

Type: ♀, Tsaoshan, Taiwan, Apr. 16, 1958, K. S. Lin.

Identity: *Triclistus lewi* Chiu.

**Triclistus sonani** Chiu, 1962. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 20 : 17. ♀.

Type: ♀, Taiping, Taiwan, Sept. 3, 1923, J. Sonan.

Identity: *Triclistus sonani* Chiu.

**Venturia hexados** Maheshwary, 1977. Ichneumonologia orientalis 4 : 111. ♂.

Type: ♂, Kuandouchi, Taiwan, Jan. 20-26, 1971, Malaise trap.

Identity: *Venturia hexados* Maheshwary.

**Venturia quadrata** Maheshwary, 1977. Ichneumonologia orientalis 4 : 112. ♂.

Type: ♂, Sunmoon Lake, Taiwan, Oct. 6 to 12, 1970, Malaise trap.

Identity: *Venturia quadrata* Maheshwary.

**Venturia rufipetiola** Maheshwary, 1977. Ichneumonologia orientalis 4 : 87. ♂, ♀.

Type: ♂, Taipei, Taiwan, Apr. 20 to 27, 1963.

Identity: *Venturia taiwana* Sonan. **New synonym.**

**Xanthopimpla appendicularis sonani** Townes and Chiu, 1970. Mem. Amer. Ent. Inst. 14 : 259. ♀.

Type: ♀, Hori [=Puli], Taiwan, Nov . 1, 1932, J. Sonan.

Identity: *Xanthopimpla appendicularis sonani* Townes and Chiu.

**Xanthopimpla pulvinaris** Townes and Chiu, 1970. Mem. Amer. Ent. Inst. 14 : 271. ♂, ♀.

Type: ♀. Shinchiku [=Shinchu], Taiwan, March 4, 1921, J. Sonan.

Identity: *Xanthopimpla pulvinaris* Townes and Chiu.

**Xanthopimpla trunca pallipes** Townes and Chiu, 1970. Mem. Amer. Ent. Inst. 14 : 235. ♂.

Type: ♂ (lacking head and abdomen), Rengechi [=Lienhuachih], Taiwan, May 18, 1926. J. Sonan.

Identity: *Xanthopimpla trunca pallipes* Townes and Chiu.

**Xorides mushana** Sonan, 1936. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 26 : 413. ♀.

Type: ♀ (lacking front legs, abdomen, and flagella beyond segment 3), Musha [=Wushe], Taiwan, May 18 to June 15, 1919, T. Okuni, J. Sonan, K. Miyake, and M. Yoshino.

Identity: *Podoschistus mushanus* Sonan. Transferred to *Podoschistus* by Townes, Townes, and Gupta, 1961.

**Yamatarotes convexus** Chiu, 1971. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 29 : 23. ♀.

Type: ♀ (lacking antennae), Naihumpo [=Neipenpu], Taiwan, Sept. 9, 1924, T. Shiraki and J. Sonan.

Identity: *Yamatarotes convexus* Chiu.

**Yezoceryx angustus** Chiu, 1971. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 29 : 14. ♂

Type: ♂ (lacking flagella and wings), Karenko [=Hualien], Taiwan, July 20 to Aug. 4, 1919, T. Okuni, J. Sonan, K. Miyake, and M. Yoshino.

Identity: *Yezoceryx angustus* Chiu.

**Yezoceryx choui** Chiu, 1971. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 29 : 12. ♀.

Type: ♀, Sunmoon Lake, Taiwan, Apr. 28, 1969, Malaise trap.

Identity: *Yezoceryx choui* Chiu.

**Yezoceryx continuus** Chiu, 1971. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 29 : 13. ♂.

Type: ♂, Arisan [=Alishan], Taiwan, Oct. 2, 1923, J. Sonan and M. Yoshino.

Identity: *Yezoceryx continuus* Chiu.

**Yezoceryx flavidus** Chiu, 1971. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 29 : 14. ♂.

Type: ♂, Shinchuku [=Hsinchu], Taiwan, July 1 to 30, 1918, J. Sonan and K. Miyake.

Identity: *Yezoceryx flavidus* Chiu.

**Yezoceryx montana** Chiu, 1971. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 29 : 15. ♂.

Type: ♂ (lacking flagella beyond first segment), Hassenzan [=Pahsienshan], Taiwan, June 8, 1941, J. Sonan.

Identity: *Yezoceryx montanus* Chiu.

**Yezoceryx punctatus** Chiu, 1971. Bul. Taiwan Agr. Res. Inst. 29 : 16. ♀.

Type: ♀ (lacking antennae), Takaoyama [=Dagoshan], Taiwan, July 13, 1932, J. Sonan.

Identity: *Yezoceryx punctatus* Chiu.

## References

Journal references for descriptions of new species are given with the type citations. The following three papers are frequently cited for new synonymy and generic transfers. All three contain further references.

1. Gauld, I. D. and P. A. Mitchell, 1981. The taxonomy, distribution and host preferences of Indo-Papuan parasitic wasps of the subfamily Ophioninae (Hymenoptera: Ichneumonidae). Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnam Royal, England. 611 pp.
2. Townes, Henry, Setsuya Momoi, and Marjorie Townes, 1965. A catalogue and reclassification of the eastern Palearctic Ichneumonidae. Mem. Amer. Ent. Inst. (5) : 661 pp.
3. Townes, Henry, Marjorie Townes, and Virendra K. Gupta, 1961. A catalogue and reclassification of the Indo-Australian Ichneumonidae. Mem. Amer. Ent. Inst. (1) : 522pp.

# 臺灣姬蜂科模式標本名錄[1]

Henry Townes[2]


## 摘 要

臺灣之姬蜂科 (Ichneumonidae) 模式標本，僅臺灣省農業試驗所昆蟲標本館存有。故本名錄亦即臺灣現有之姬蜂科模式標本名錄。本文將該館現存臺灣產姬蜂之正模 (Type) 及選模 (Lectotype) 標本，依其學名首字英文字母之先後爲序，列述各模式標本之原記載產地、標本之目前狀況及其正確學名等。作者並提出新同物異名 (new synonymy)，且將一些已被認定爲同物異名者恢復其原名爲有效名，或重新給予歸屬 (genus)。計有：*Anilasta japonica*, *Anomalon discoidellum*, *Campoplex taiwana*, *Colpotrochia montana*, *Dioctes gelachiae*, *Enicospilus chalasmatos*, *E. flatus*, *E. quintuplex*, *E. tenuinubeculus*, *Ephialtes miwai*, *Gambrus homonae*, *Habrocryptus ruficoxatus*, *Hypsicera exserta*, *Melcha lemae*, *Teleutaea townesi*, and *Ventura rufipetiola*等。


---

1.臺灣省農業試驗所研究報告第1161號。

2.本所應用動物系特約講座。

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 33(2)：206～221 (1984)

# 利用家用電腦控制儀器分析之軟體設計[1]

## I. 紫外——可見光掃描式分光光度計

劉慧瑛　李蘭帝[2]

摘要：本軟體係使用與蘋果二號可共容之培基語言設計，目的在於連接分光光度計與廉價的家用電腦，以處理紫外——可見光光譜資料。其用途包括：一、樣本標示與光譜資料之輸入，轉存及拷貝；二、讀取及記錄吸光密度值；三、簡易地校正波長，並增加波長測定之準確性；四、將分光光譜及一次微分譜由螢幕示出，或經多元化處理（改變波長範圍、放大比例、刻度比例、方向及繪筆顏色選擇等）後由印出器印出；五、尋找最大吸收波長並記錄其吸光密度值等。

近年來資訊工業蓬勃興起，個人用微電腦發展急遽，目前已達到價廉而普遍的地步。由於所謂的「家用電腦（Personal Computer）」已具備小型電腦功能，可以控制儀器設備或分析、處理資料文件，所以作者擬藉軟體（Software）設計，連接家用電腦及實驗室常用之分析儀器，以達到分析、處理、儲存資料或控制之目的，使分析工作能進入電腦化操作。

國內大多數化學及生化學工作者受到專業化知識的限制，多未能自行設計軟體以合己需，在使分析儀器進入電腦化操作之過程中，均須仰賴國外廠商所製造之電腦化新型儀器。使用此種電腦化分析設備，雖能省却自行設計軟體之難處，然而不乏下述缺點：1）舊有儀器不堪使用，即或能用，亦需購買廠商指定之電腦裝置。2）價格高昂。3）電腦處理系統發生故障時，唯賴原廠修護。4）軟體受到原廠設計限制，難做改進。5）部分電腦系統沒有儲存資料裝置或軟體設計。6）電腦裝置與儀器密接，無法做其它用途等。

紫外——可見光分光光度計（UV-Vis Spectrophotometer）為化學及生化試驗分析上常用的儀器之一。經掃描記錄後之吸光光譜則被用為鑑定物質種類及測定濃度之依據。目前所使用之一般掃描式光度計及記錄器，除非測定之樣本可以長久保存不變質，必要時得再做測定外，所得到之光譜資料僅存於一記錄紙上，對特定波長之吸光密度值均需經由手控、目視之現場記錄，或在紙上測量計算才能求得，既耗時又影響準確度。

本軟體設計之目的在於改進上述之缺點，而以當前國內最通行之培基（BASIC）語言為程式語言，俾能使一般的紫外——可見光光度計儀器操作人士能够利用國產家用電腦裝置，簡易地加以安裝操作，使分析工作迅速進入電腦化，而不需要仰賴進口現成儀器或技術。文後附錄程式之目的在於使操作者能容易地了解程式內容，於必要時可加以修改後應用於現成的儀器設備，分析樣本或分析方法上。有關此軟體之功能則於結果與討論中敍述之。

## 材料與方法

### 一、使用材料：

---

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1162 號。

2.本所農業化學系助理研究員、本所儀器化驗室主任。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

（一）紫外——可見光掃描式分光光度計（HITACHI Model 124 Double Beam Spectrophotometer）。

（二）國產家用電腦（Personal Computer）：INTEK 牌，48 KRAM 附數字鍵及具大小寫功能。（與 APPLE II PLUS 共容）

（三）類比數字轉換裝置（Analog/Digital Convert Apparatus）：利用家用電腦主機（CPU）內之類比數字轉換裝置，即 GAME I/O 之搖桿位置 PDL 0—3 處。

（四）螢幕監視器（TV Monitor）：12吋任一廠牌均可。

（五）繪圖印出器（Printer/plotter）：RADIO-SHACK 牌， Model TRS-80, CGP-115.

（六）磁碟機（Disk Drive）：適合 5 ¼吋 Floppy disk 之任一廠牌均可。

（七）錄放音機（Cassette Recorder）：任一廠牌均可，與磁碟機擇一而用。

（八）校正用濾光玻璃（Didymium Calibrating Filter）

**二、儀器連接：**

圖一、所示爲分光光度計與家用電腦，螢幕監視器、印出器、磁碟機及錄放音機之連結情形，其詳細說明如下：

（一）將分光光度計之記錄輸出線，經過類比數字轉換裝置而與電腦主機（CPU）相連。本文中所使用之轉換裝置由一記錄器，可變電阻與 CPU 內之類比轉換器（即 GAME I/O 之 PDL (2)）構成。

由於該轉換必須以電阻信號輸入，而儀器輸出原爲電壓信號，因此先將該信號接於記錄器（Recorder），再將記錄器之筆連接於 120K 歐姆（Ohm）之可變電阻；該電阻信號即可輸入 CPU 內 GAME I/O 中 PDL 0至3之任一位置，而達到類比數字轉換之目的。

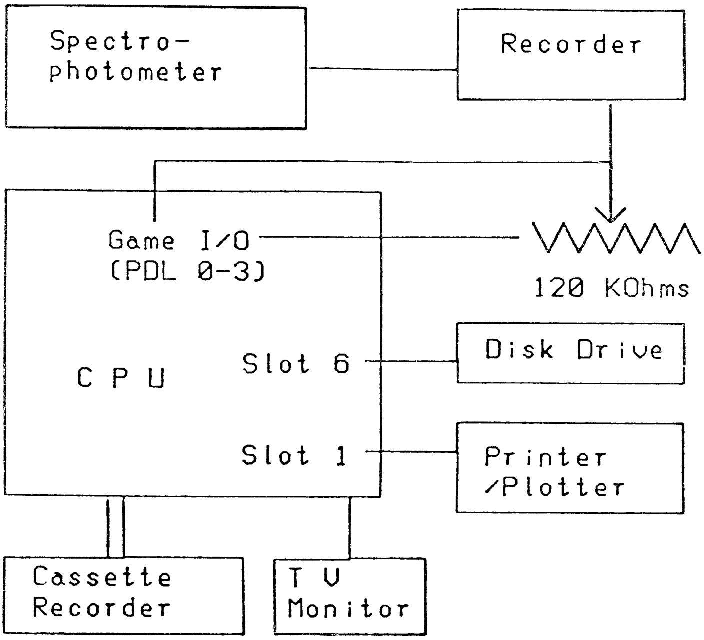



**Table 1.** Schematic diagram showing connection between computer and spectrophotometer

圖一：家用電腦與分光光度計連接圖

另有一種可連接達到轉換目的之電壓類比數字轉換器（A/D Converter），使用此種轉換器時

，軟體設計除了在讀取光譜資料部分（程式 1 之行號220及程式 2 之行號290）須參考其使用說明而略加修改外，其餘程式則可共用。

該轉換器在轉換數字時所耗用之時間隨轉換數字大小而異，此結果使得波長測定值因讀取數值時之累積時間差異而有誤差產生。在軟體設計裡為求避免該影響，因此在程式 2 之行號290中，以 Q 值作為校正時間差異之補償因子 ， Q 值亦隨轉換數字大小而異。經此校正程式處理後 ， 波長誤差為 ±0.2nm。

（二）錄放音機之輸出入線與 CPU 之卡氏錄音機連接座相連。

（三）螢幕監視器與 CPU 之 TV 監視器連接座相連。

（四）繪圖印出器與週邊卡（Printer Interface Card）相接後，將後者插入 CPU 之 1 號插座（Slot 1).。

（五）磁碟機與週邊卡（Disk controller Card）連接後，將後者插入 CPU 之 6 號插座。

三、使用程式：

（一）吸光密度值校正曲線程式（程式 1）

（二）分光光度計光譜處理及儲存程式（程式 2）

程式1

```
5   HOME : DIM X% (1600) : DIM X(20)
10  VTAB (3) : PRINT SPC (3) ; "CALIBRATE MUST START FROM O. D. =0" : L=
    75 : P=1
15  HOME : VTAB (5)
20  PRINT "PRESS ANY NUMBER KEY LARGER" : PRINT : PRINT "THAN 2 TO
    STOP"
25  INPUT "O. D.=" ; X(P) : IF X(P)>2 THEN 45
30  PRINT "PRESS ANY KEY TO START" : GET P$
35  FOR Y=0 TO 49 : GOSUB 220 : Q(P)=Q(P)+X %) : NEXT Y : Q(P)=Q(P)/50 :
    GOSUB 200
40  P=P+1 : FOR K=1 TO 10 : PRINT CHR$ (7); : NEXT K : GOTO 15
45  O=Q(1) : FOR I=2 TO P-1 : Q(I) =Q(I)-O
50  X=X+X(I) : Q=Q+Q(I) : Z=Z+Q(I)/X(I) : V=V+X(I)*X(I) : NEXT I
55  X=X/(P-2) : Q=Q/(P-2) : Z=Z/(P-2) : V=V/(P-2)
60  B=(Q-X*Z)/(V-X*X) : A=Z-B*X : PRINT "A=" ; A : PRINT "B=" ; B
65  FX=270/X(P-1) : FQ=150/Q(P-1)
70  HGR2 : HCOLOR=3
75  HPLOT 5, 5 TO 5,155 TO 275,155
80  FOR Y=5 TO 155 STEP 15 : HPLOT 5, Y TO 9, Y : NEXT
85  FOR X=5 TO 275 STEP 27 : HPLOT X, 155 TO X, 151 : NEXT
90  FOR I=2 TO P-1 : X=X(I)* FX+5 : Q=155-Q(I)* FQ
95  HPLOT X-2, Q TO X+2, Q : HPLOT X, Q-2 TO X, Q+2 : NEXT
100 FOR X=5 TO 275 STEP 5
105 X1=(X-5)/FX : Q=(A* X1+B* X1* X1)* FQ : Q=155-Q : IF O>Q THEN Q=0
106 HPLOT X, Q : NEXT
110 GET P$ : TEXT : GOSUB 225 : HOME
115 PRINT"PLOT CALIBRATION CURVE OR NOT (Y/N) ?" : INPUT P$ : IF P$ =
```

```
"N" THEN PRINT CHR$(4); "RUN SPECT"
120 DX=360/INT ( X(P-1)+0.1) : DQ=300/(INT (Q(P-1)/1000+1)*1000)
124 PR# 1 : PRINT CHR$ (18) : PRINT "M0, -360" : PRINT "I"
125 PRINT "M70, 0" : PRINT "Xo, 60, 5" : PRINT "H" : PRINT "M70, 0" : PRINT"
    X1, 72, 5" : PRINT "H"
130 FOR I=0 TO 5 : I$ =STR$ (I* (300/DQ/5)) : B$ ="          " : I$ =LEFT$ (
    B$, 5-LEN (I$))+I$
135 PRINT "M0,"; I* 60-10 : PRINT "P"; I$ : NEXT I
140 FOR J=0 TO 5 : FJ=J* INT (360/DX/5* 100)/100 : IF FJ=0 THEN J$ ="0" : G
    OTO 180
145 IF 1>FJ THEN J$ ="0"+STR$ (FJ) : GOTO 180
150 IF FJ-INT (FJ)=0 THEN (FJ)=0 THEN J$ =STR$ (FJ)+"0" : GOTO 18 0
155 J$ =STR$ (FJ)
180 PRINT " M"; 55+J* 72; ", -20" : PRINT "P"; J$ : NEXT J
185 FOR I=2 TO P-1 : X=X(I)* DX-2 : Q=Q(I)* DQ-2 : PRINT"M"; X+70; ", ";
    Q : PRINT "J2, 2, 2, -4, -4, 0" : NEXT I : PRINT "H"
186 PRINT "M70, 0"
190 FOR X=70 TO 430 : X1=(X-70)/DX : Q=(A* X1+B* X1* X1)* DQ : PRINT"D";
    X; ", "; Q : NEXT X
195 PRINT "M200, -49" : PRINT "POptical Density" : PRINT "M50, -70" : P RINT
    „PFig. Calibration curve"
196 PRINT "A" : PR# 0 : HOME : VTAB (5) : PRINT "CALIBRATION IS OVER" :
    GET P$ : GOTO 115
200 PR# 1 : S$ =STR$ (X(P)) : IF> X(P) AND X(P)>0 THEN S$ ="0" +S$
205 Q(P)=INT (Q(P)* 10)/10 : Q$ = STR$ (Q(P))
210 IF Q(P)-INT (Q(P))=0 THEN Q$ =STR$ (Q(P)) +"0"
215 PRINT "O. D.="; S$ ; SPC (9- LEN (S$)); "X% ("; P; ")="; SPC (8-LEN
    (Q$)); PR# 0 : RETURN
220 S%=0 : FOR I=1 TO 50 : S%=S %+PDL (2) : NEXT : X%(Y)=S% : PRINT S% :
    FOR J=1 TO L : NEXT J : RETURN
225 PR# 1 : PRINT "A="; (INT (A * 100))/100; SPC (6); "B="; (INT (B* 100))/
    100 :
230 PRINT "X%(I)-X%(I)-X%(1)=A*O. D. (I)+B*O. D. (I)*" : PR# 0 : RETURN
```

程式2

```
2   DIM X% (2200) : DIM W(30) : DIM P% (5) : DIM W$(1) : HOME
4   RS =4.4
6   D=4 : G=50 : M=10/D/G
8   HOME : VTAB (3) : PRINT SPC(3); "1"; SPC(3); "CALIBRATE"
10  VTAB (6) : PRINT SPC (8); "TAKE DATA FROM"
12  VTAB (8) : PRINT SPC(3); "2"; SPC(3); "SPECTROPHOTOMETER"
14  VTAB (10) : PRINT SPC(3); "3"; SPC(3); "DISK"
16  VTAB (12) : PRINT SPC(3); "3"; SPC (3); "TAPE"
```

```
20  VTAB (20) : PRINT SPC(10); : INPUT"SELECT NO. : " ; P$
22  IF P$ ="1" THEN HOME : VTAB (9) : PRINT CHR$(4) ; "RUN CALIBRATION"
24  IF P$ ="2" THEN GOSUB 272 : GOSUB 292 : GOTO 274
26  IF P$ ="3" THEN GOSUB 335 : GOTO 36
28  IF P$ ="4" THEN GOSUB 310 : GOTO 63
30  GOTO 8
36  HOME : VTAB (5) : INPUT "PRINT OR NOT (Y/N) ? " ; P$ : IF P$ ="Y" THEN
    PR# 1 : GOSUB 284 : PRINT : PR# 0 : GOTO 42
38  IF P$ ="N" THEN GOSUB 284 : GET P$ : GOTO 42
40  GOTO 36
42  HOME : VTAB (3) : PRINT SPC(3) ; "1" ; SPC(3) ; "CONTINUE"
44  VTAB (5) : PRINT SPC(3) ; "2" ;  SPC(3) ; "REFRESH"
46  VTAB (8) : PRINT SPC(8) ; "STORE DATA IN"
48  VTAB (11) : PRINT SPC(3) ; "3" ; SPC(6) ; DISK"
50  VTAB (13) : PRINT SPC(3) ; "4" ; SPC(6) ; "TAPE"
52  VTAB (18) : PRINT SPC(5); : INPUT "SELECT NO. : " ; P$
54  IF P$ ="1" THEN 64
56  IF P$ ="2" THE N 8
58  IF P$ ="3" THEN GOSUB348 : GOTO 42
60  IF P$ ="4" THEN  GOSUB 296 : GOTO 42
62  GOTO 42
64  HOME : VATB (10) : PRINT SPC(3) ; "PLOT WAVE RANGE (NM) ? "
66  VATB (14) : PRINT SPC(8); : IN PUT "FROM : " ; SI : VATB (16) : PRINT SPC
    (8); : INPUT "TO : " ; TI
68  NS=INT ((S-SI)* N/(S-T)+0.5) : NT=INT ((S-TI)* N/(S-T)+0.5)
70  E=INT ((NT-NS)/279)
72  HO ME : VATB (3) : PRINT  SPC(3) ; "1" ; SPC(3) ; "EXIT" : VATB (1) : PRINT
    SPC(3) ; "O" ; SPC(3) ; "SEARCH MAX. WAVELENGTH„
74  VATB (5) : PRINT SPC(3) ; "2" ; SPC(3) ; "REFRESH"
76  VTAB (B) : PRIN T SPC(3) ; "3" ; SPC(3) ; "GRAPH" ; SPC(7) ; "IN MONITOR"
78  VTAB (10) : PRINT SPC(3) ; "4" ; SPC(3) ; "DIFF. GR"
80  VTAB (12)  : PRINT SPC(3) ; "5" ; SPC(3) ; "O. D. VALUE"
82  VTAB (15)··PRINT  SPC(2) ; "33"   ; SPC(3) ; "GRAPH ; SPC(7) ; "IN GRAPHIC
    PRINTER"
84  VTAB (17) : PRINT SPC(2) ; "44"  ; SPC(3) ; DIFF. GR"
86  VTAB (19) : PRINT SPC(2) ; "55"  ; SPC(3) ; O. D. VALUE
88  VTAB (23) : PRINT SPC(15); : INPUT "SELECT NO. : " ; P$
90  IF P$ ="O" THEN 164
```

```
92 IF P$ ="1" THEN 6
94 IF P$ ="2" THEN 64  96 IF P$ ="3" THEN 122
98 IF P$ ="33" THE N GOSUB 138 : PRINT "H" : PR# 0 : PRINT CHR$ (17) :
   GOTO 72
100 I F P$ ="4" THEN 130
102 IF P$ ="44" THEN GOSUB 152 : PR# 0 : PRINT CHR$ (17) : GOTO 72
104 IF P$ ="5 " THEN GOSUB 110 : GOSUB 112 : GOTO 72
106 IF P$ ="55" THEN GOSUB 110 : GOSUB 116 : GOTO 72
108 GOTO 72
110 PRINT "PRESS SPACE TO STOP" : RETURN
112 PRI NT : INPUT "WAVE LENGTH=" ; WL : IF WL=0 THEN RETURN
114 GOSUB 120 : PRINT "O. D." ; WL;" =" ; X$ : GOTO 112
116 PRINT : INPUT "WAVE LENGT H=" ; WL : IF WL=0 THEN RETURN
118 GOSUB 120 : WL$ =STR$ (WL) : PR# 1 : PRINT "O. D." ; WL ; SPC (6-LEN
    (WL$)) ; "=" ; PR# 0 : GOTO 116
120 Y=INT ((S-WL)/(S-T)* N+0.5) : Q=X%(Y)-O : GOSUB 360 : RETURN
122 INPUT "FOLD=" ; F : HGR2 : HCOLOR=3 : IF E=0 THEN 128
124 FOR J=0 TO E-1 : GOSUB 264 : GET P$ : HGR2 : NEXT J
126 GOSUB 266 : GET P$ : TEXT : GOTO 72
128 FOR Y=NS TO NT : GOSUB 470 : GOSUB 476 : GOSUB 480 : NEXT Y : PRINT
    CHR$ (7) : GET P$ : TEXT : GOTO 72
130 INPUT „V=" ; V : HGR2 : HCOLOR=3 : NS=NS+D : GOTO 132
132 IF E=0 THEN 136
134 FOR J=0 TO E-1 : GOSUB 268 : GET P$ : HGR2 : NEXT J : GOSUB 270 : NS-
    D : GET P$ : TEXT : GOTO 72
136 FOR Y=NS TO NT : Y+D/2 : GOSUB 478 : GOSUB 476 : Q=Q-D/2 : GOSUB 482 :
    Y=Y-D/2 : NEXT Y : PRINT CHR$ (7) : NS=NS-D : GET P$ : TEXT : GOTO
    72
138 INPUT "F=" : PRINT : INPUT "SCALE=" ; SC : INPUT "COLOR=" ; C : INPUT
    "LENGTH=? (>0 OR <0)" ; K
142 PR# 1 : PRINT CHR$ (18) : INPUT "C" : C : GOSUB 144 : RETURN
144 PRINT "M20, 0" : PRINT "X0," ; K* (NT-NS)/SC ;", " ; SC : PRINT "S1" : P
    RINT "Q1"
146 FOR I=0 TO SC : PRINT "Mo," ; K* ((NT-NS)/SC)* I+25 : PRINT "P" ; SI-I*
    (SI-TI)/SC
148 NEXT I
150 Y=NS : X=X%(NS)/G* F+20 : P RINT "M" ; X ; ", 0" : FOR Y=N S TO NT :
    X=X%(Y)/G* F+20 : PRIN T "D" ; X ; " , " ; (Y-NS)* K : NEXT Y : RETURN
152 INPUT "V=" ; V : PRINT : INPUT "SCALE=" ; SC : INPUT "COLOR =" ; C :
    INPUT "LENGTH=? (>0 OR<0)" ; K
156 PR# 1 : PRINT CHR$ (18) : PRI NT "C" ; C : GOSUB 158 : RETURN
158 PRINT "M240, 0" : PIRNT "X0, " ; K* INT ((NT-NS)/SC) ; " , " ; SC
```

```
160 X=(X% (NS+D)-X% (NS))*V* M+240 : PRINT "M" ; X ; " , " ; K* D/2 : FOR
    Y=NS+D TO NT : X=X%(Y)-X% (Y-D) : X=X* V* M+240
162 PRINT "D" ; X ; " , " ; (Y-NS-D/2)* K : NEXT Y : PRINT "H" : RETURN
164 HOME
166 VTAB (5) : PRINT"PRESS (A) FOR UP  (Z) FOR DOWN"
168 VTAB (8) : PRINT" (/) FOR SET" : VTAB (10) : PRINT" (E) FOR END"
170 VTB (11) : PRINT" (F) FOR FAST MOVE"
172 VTAB (15) : PRINT "IF SOMETHING  WRONG, JUST  PRESS  <CTRL>" : P-
    RINT : PRINT  "<REST>  THEN  PRESS<GOTO  72>" : VTAB (23)  : PRINT
    "PRESS ANY KEY TO START" : GET P$ : HOME
174 INPUT "F=" ; F : INPUT "V=" ; V : HGR2 : HCOLOR=3 : P=1 : NS=NS+D
176 IF E=0 THEN 182
178 FOR J=0 TO E-1 : FOR  Y=NS +J*  279  TO  NS+(J+1)*  279 : GOSUB  472 :
    GOSUB 500 : NEXT Y : GOSUB 376 : HGR2 : NEXT J
180 FOR Y=NS+E* 279 TO NT : GOSUB  474 : GOSUB 500 : NEXT Y : GOSUB  392 :
    NS=NS-D : GOTO 184
182 FOR Y=NS TO NT : GOSUB 476 : GOSUB 500 : NEXT  Y : GOSUB 410 : NS=NS-
    D : GOTO 184
184 TEXT  : HOME
186 VTAB (2) : PRINT SPC (3) ; "1"  ; SPC (3) ; "EXIT"
188 VTAB (4) : PRINT  SPC (3) ; "2" ; SPC (3) ; "REFREST"
190 VTAB (6) : PRINT SPC (3) ; "3"  ; SPC (3) ; RESET WAVE RANGE"
192 VTAB (8) : PRINT  SPC (3) ;  "4"  ; SPC (3) ;  "PLOT  GRAPH"  : VTAB  (10) :
    PRINT SPC (3) ; "5" ; SPC (3) ; PLOT DIFF. GR"
194 VTAB (12) : PRINT  SPC (7) ; "PRINT  MAX. (NM) &  O. D. VALUE"  : VTAB
    (14) : PRINT SPC (3) ; "6" ; SPC (3) ; "PRINT IN MONITOR"
196 VTAB (16) : PRINT SPC (3) ; "7" ; SPC (3) ; "PRINT IN LINE  PRINTER"
198 VTAB (18) : PRINT SPC (3) ; "8" ; SPC (3) ; PRINT IN GRAPHIC PRINTER"
200 VTAB (23) : PRINT SPC (15); : INPUT "SELECT NO.:" : P$
202 IF P$ ="1" THEN 8
204 IF P$ ="2" THEN 72
206 IF P$ ="3" THEN 64
208 IF P$ ="4" THEN 238
210 IF P$ ="5" THEN 246
212 IF P$ ="6" THEN TEXT : HOME : GOSUB 254 : GET P$ : GOTO 184
214 IF P$ ="7" THEN TEXT : HOM E : GOSUB 258 : GOTO 184
216 IF P$ ="8" THEN 220
218 GOTO 184
220 PR# 1 : PRINT CHR$ (18) : PRINT "Q1" : PRINT "S1" : PRIN T"C0"
222 PRINT "M460, 0" : PRINT  "I" : PRINT   "P" ; "NO." : PRINT  "R0, -30" : PRINT
    "P" ; Peak (nm)" : PRINT "R0, -45" : PRINT" P" ; "O. D." : PRINT "H"
224 FOR J=1 TO P-1 : J$ =STR$(J) : IF LEN (J$)=1 THEN J$ ="  "+J $
```

```
226 GOSUB 368 : GOSUB 360 : GOSUB 370 : GOTO 228
228 PRINT "M" ; -35* J ; ", 0" : PRI NT "P" ; PRINT "R0, -50 : PRINT" P" ; U$
230 PRINT "R0, -70" : PRINT "P" ; X$
232 NEXT J : PRINT "H" : PRINT " M-460, -350" : PRINT "I"
234 PRINT "C0" : PRINT "Q0"
236 PR# 0 : PRINT CHR$ (17) : GOTO 184
238 GOSUB 240 : PRINT "S1" : PR# 0 : PRINT CHR$(17) : GOTO 184
240 GOSUB 138 : FOR J=1 TO P-1 : X=X% (W(J))/G* F+10 : PRINT "M" ; X ; " , "
    ; (W(J)-NS)* K : PRINT "J20, 0, -20, 0".
242 GOSUB 370 : PRINT "R25," ; K* 1 : PRINT "S0" : PRINT "Q0" : PRIN T "P" ; J;"
    (" ; U$ ")"
244 NEXT J : PRINT "H" : RETURN
236 GOSUB 248 : PR# 0 : PRINT CH R$ (17) : GOTO 184
248 GOSUB 152 : FOR J=1 TO P-1 : X% (W(J))-X% (W(J)-D) : X=X* V* M+
    230 : PRINT "M" ; X ; " , " ; (W(J)-NS-D/2)* K
250 PRINT "J20, 0, -20, 0"
252 NEXT J : PRINT "H" : RETURN
254 FOR J=1 TO P-1
256 GOSUB 368 : GOSUB 360 : GOSUB 370 : PRINT"O. D." ; U$ ; " " ; X$ : NEXT J :
    RETURN
258 PR# 1 : PRINT "A" : PRINT SPC (2) ; "No." ; SPC (3) ; "Peak (nm)" ; SPC(3) ;
    "O. D."
260 ROR J=1 TO P-1 : J$=STR$ (J) : IF LEN (J$)=1 THEN J$=" "+J$
262 GOSUB 368 : GOSUB 360 : GOSUB 370 : PRINT SPC(2) ; J$ ; SPC(5) ; U$ ; SPC
    (6) ; X$ : NEXT J : PR# 0 : RETURN
264 FOR Y=NS+J* 279 TO NS+(J+1)* 279 : GOSUB 470 : GOSUB 472 : GOSUB 480 :
    NEXT Y : PRINT CHR$(7) : PETURN
266 FOR Y=NS+E* 279 TO NT : GOSUB 470 : GOSUB 474 : GOSUB 480 : NEXT Y :
    RETURN
268 FOR Y=NS+J* 279 TO NS+(J+1)* 279 : GOSUB 478 : GOSUB 472 GOSUB 482 :
    NEXT Y : PRINT CHR$ (7) : RETURN
270 FOR Y=NS+E* 279 TO NT : GOSUB 478 : GOSUB 474 : GOSUB 482 : NEXT Y :
    RETURN
272 HOME : VTAB(5) : PRINT SPC(3); : INPUT "TOTAL WAVE RANGE (nms)?" ;
    WR : N=RS* WR : RETURN
274 HOME : VTAB (5) : INPUT "INI TIAL WAVELENGTH=" ; S
276 PRINT : PRINT "FINAL WAVELENGTH=" ; T
278 HOME : VTAB (5)
280 INPUT "A=" ; A : PRINT : INPUT" B=" ; B : PRINT : INPUT" O. D.=0 X%(Y)
    =" ; O
282 PRINT : PRINT : INPUT"SAMPLE NAME=" ; N$ : PRINT : INPUT "DATE=" ;
```

```
D$ : GOTO 36
284 PRINT "SAMPLE : "; N$ PRINT "DATE  : "; D$ : PRINT : PRINT "A="; INT
    (A* 100)/100 ; SPC(7) ; "B="; INT (B* 100)/100
286 PRINT "at O. D.=0 X%(Y)="; O
288 PRINT "INITIAL WAVELENGTH:"; S : PRINT "FINAL WAVELENGTH:"; T :
    PRINT : RETURN
290 S%=0 : FOR I=1 TO 50 : S%=S %+PDL (2) : NEXT I : Q=INT ((6500-S%)/130*
    0.85) : FOR J=0 TO Q : NEXT J : X%(Y)=S%
291 PRINT X%(Y) : RETURN
292 PRINT "PRESS ANY KEY TO START" : GET P$ : FOR Y=0 TO N : GOSUB
    290 : NEXT Y
294 FOR K=1 TO 20 : PRINT CHR$ (7);NEXT K : RETURN
296 P%(0)=N : P%(1)=A : P%(2)=B
298 P%(3)=O : P%(4)=S : P%(5)=T
300 W$(0)=N$ : W$(1)=D$
302 GOSUB 308 : GET P$ : STORE P%
304 GOSUB 308 : GET P$ : STORE W$
306 GOSUB 308 : GET P$ : STORE X% : RETURN
308 PRINT "STORE DATA TO TAPE, PRESS<CR>KEY" : RETURN
310 GOSUB 324 : GET P$ : RECALL P%
312 GOSUB 324 : GET P% : RECALL W%
314 GOSUB 324 : GET P% : RECALL X%
316 N=P%(0) : A=P%(1) : B=P%(2) : O=P%(3)
318 S=P%(4) : T=P%(5)
320 N$=W$(0) : D$=W$(1)
322 RETURN
324 PRINT "GET "DET DATA FROM TAPE, PRESS<CR>KEY" : RETURN
326 O$=CHR$ (4) +"OPEN"
328 C$=CHR$ (4) +"CLOSE"
330 R$=CHR$ (4) +"READ"
332 W$=CHR$ (4) +"WRITE"
334 PRINT O$ ; T$ : RETURN
335 PRINT CHR$ (4) ; "CATALOG"
336 PRINT : PRINT : INPUT "FILE NAME OF DATA="; T$
338 GOSUB 326 : PRINT R$ ; T$
340 INPUT N, A, B, O, S, T, N$, D$
342 FOR Y=0 TO N : INPUT X %(Y)
344 NEXT
346 PRINT C$ ; T$ RETURN
348 PRINT : PRINT : INPUT "FILƎNAME OF DATA= ; "T$
350 GOSUB 326 : PRINT W$ ; T$
352 PRINT N : PRINT A : PRINT B : PRINT O : PRINT S : PRINT T : PRINT N$
    ; PRINT D$
```

```
354 FOR Y=0 TO N : PRINT X%(Y)
356 NEXT
358 PRINT C$ ; T$ : RETURN
360 X=Q/A : FOR K=1 TO 4 : X=X+(Q-A*X-B*X*X)/(A+2*B*X) : NEXT  K : X=
    INT(X* 1000+0.5)/1000
362 X$ =STR$(X) : IF 1>X THEN X$ ="0"+X$ : RETURN
364 IF X-INT (X)=0 THEN X$ = X$ +"0" : RETURN
366 RETURN
368 Q=X%(W(J))-O : RETURN
370 U=INT ((S-W(J)* (S-T)/N)* 10+0.5)/10
372 IF U-INT (U)=0 THEN U$ =TR$ (U)+"0" : RETURN
374 U$ =STR$(U) : RETURN
376 FOR Y=NS+J* 279 TO NS+(J+1)*279
378 GOSUB 472 : GOSUB 490
380 GET P$
382 IF P$ ="/" THEN GOSUB 484 : NEXT Y
384 IF P$ ="A" THEN HCOLOR=0 : GOSUB 490 : HCOLOR=3 : GOSUB 492 : Y=Y-
    1 : GOTO 378
326 IF P$ ="F" THEN HCOLOR=0  : GOSUB 490 : HCOLOR=3 : GOSUB 492 : Y=Y+
    5 : GOTO 378
388 IF P$ ="Z" THEN HCOLOR=0  : GOSUB 490 : HCOLOR=3 : GOSUB 492 : NEXT
    Y : GOTO 482
390 IF P$ ="E" THEN HCOLOR=0  : GOSUB 490 : HCOLOR=3 : GOSUB 492 : GOTO
    428
392 FOR Y=NS+E* 279 TO NT
394 GOSUB 472 : GOSUB 490
396 GET P$
398 IF P$ ="/" THEN GOSUB 484 : NEXT Y
400 IF P$ ="A" THEN HCOLOR=0 : GOSUB 490 : HCOLOR=3 : GOSUB 492 : Y=Y-
    1 : GOTO 394
402 IF P$ ="F" THEN HCOLOR=0 : GOSUB 490 : HCOLOR=3 : GOSUB 492 : Y=Y+
    5 : GOTO 394
404 IF P$ ="Z" THEN HCOLOR=0  : GOSUB 490 : HCOLOR=3 : GOSUB 492 : NEXT
    Y : GOTO 442
406 IF P$ ="E" THEN HCOLOR=0  : GOSUB 490 : HCOLOR=3 : GOSUB 492 : GOTO
    442
408 GOTO 396
470 X=191-X%(Y)/G* F : RETURN
472 Q=Y-NS-J* 279 : RETURN
474 Q=Y-NS-E* 279 : RETURN
476 Q=Y-NS : RETURN
478 X=(X%(Y)-X%(Y-D))* V* M : X=95-X : RETURN
```

```
480 HPLOT Q, X : RETURN
482 HPLOT Q, 95 : HPLOT Q, X : RETURN
484 HPLOT Q, 181 TO Q, 191 : RETURN
486 HPLOT Q, X-5 TO Q, X+5 : RETURN
488 HPLOT Q, 188 TO Q, 191 : RETURN
490 GOSUB 470 : GOSUB 486 : Y=Y+D/2 : GOSUB 478 : GOSUB 486 : Y=Y-D/2 :
    RETURN
492 GOSUB 470 : GOSUB 480 : Y=Y+D/2 : GOSUB 478 : GOSUB 482 : Y=Y-D/2 :
    RETURN
494 GOSUB 472 : GOSUB 482 : RETURN
496 GOSUB 474 : GOSUB 488 : RETURN
498 GOSUB 476 : GOSUB 488 : RETURN
500 GOSUB 470 : GOSUB 480 : Y=Y+D/2 : GOSUB 478 : GOSUB 482 : Y=Y -D/2 :
    RETURN
```

## 結果與討論

### 一、吸光密度值校正曲線程式：

此程式之功能爲求出分光光度計輸出電壓轉換成之數值與吸光密度值之關係。其處理過程包括：

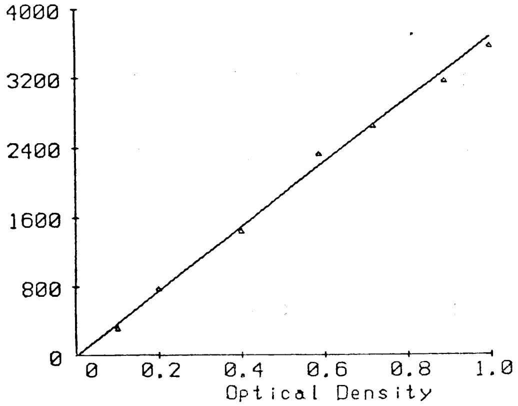
（一）將儀器輸出電壓（約（1—10mV））經轉換器轉成數值後，記錄其讀數。

（二）給予數個吸光密度值（Absorbance 或 Optical Density，簡稱 O. D. ），並將對應之數值讀取50次，再印出其平均值（圖 2 ）。

（三）將吸光密度值（X）與讀數（Y）代入 $Y=AX+BX^2$ 公式，則由螢幕上可以顯出兩者之關係曲線；亦可由繪圖器印出（圖 2 ）。此曲線即可作爲計算特定波長之吸光密度值用標準曲線。

（四）經由程式處理迅速計算出 A, B 值。

（五）此校正曲線係通過原點，因此 O. D. 爲 O 時之讀數亦與 A, B 值一併印出。




```
O.D.= 0        X%(1)=   703.2
O.D.= 0.1      X%(2)=  1050.0
O.D.= 0.2      X%(3)=  1505.7
O.D.= 0.4      X%(4)=  2182.3
O.D.= 0.59     X%(5)=  3060.6
O.D.= 0.72     X%(6)=  3372.8
O.D.= 0.89     X%(7)=  3899.9
O.D.= 1        X%(8)=  4303.0
A = 3784.49      B = -107.24
X%(I)-X%(1)=A*O.D.(I)+B*O.D.(I)*O.D.(I)
```

**Table 2.** Calibtation curve for optical density and digital reading

圖二：吸光密度值校正曲線

### 二、光譜資料儲存與處理程式：

此程式於操作時，操作指令均由螢幕監視器顯示，其功能包括：

（一）將光譜資料由分光光度計，磁碟或磁帶（即一般卡氏錄音帶）擇一輸入。已儲存於磁碟或

磁帶中之資料可以不限時間、地點及次數加以處理。

（二）將已輸入 CPU 內之資料轉存於磁碟或磁帶中，可做永久性保存，亦可將原始資料加以拷貝或以其它方式儲存。

（三）對一光譜資料可加以標示，如樣本名稱、分析日期、記錄波長範圍等，且可與該光譜同時儲存不必另行記錄，不易發生樣本標示與光譜圖混淆情事。此標示記錄可隨光譜一併打印出（圖３、10、11）。若標示資料須加修改時可按 <CTRL-C> 與 <GOTO 274> 後即可輕易更改及轉存（圖10、11）。

（四）欲掃描之波長範圍可隨意設定（圖３、５、10），且適用可見光及紫外光。在每分鐘30nm之掃描速度下，使用此程式可記錄約 500nm ，每一 nm 讀取約4.4個數值。波長刻度為 0.2nm。

（五）光譜資料可以依吸光密度值或透光率值（Percent Transmission）加以記錄（圖３及圖４）。

（六）對於一光譜資料可做多元化繪圖處理，例如任意選擇波長範圍（圖３、６、７）；將吸光值或透光率進行不同比例值（F值）放大（圖５、６、７）；任意選擇方向及圖形寬度放大比例（Leng 值）、波長間隔刻度（Scale 值）與繪圖筆顏色（Color 值）等（圖３、４、６、８）；此外，亦可將光譜進行一次微分處理，此微分譜可與原光譜並列繪出（圖７、８）；對於任一圖形均可做多次繪圖；繪圖部分可由螢幕顯示或由繪圖器印出。

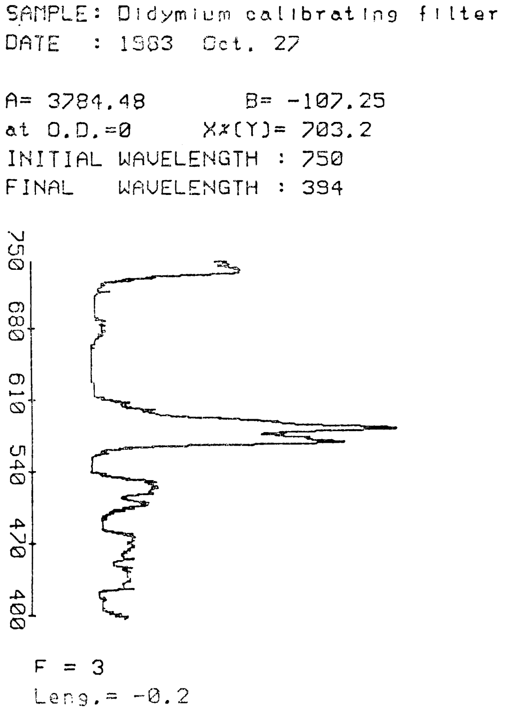



**Table 3** ·Absorption spectrum of didymium filter [750-400 nm.]

圖三：Didymium filter 之可見光吸收光譜

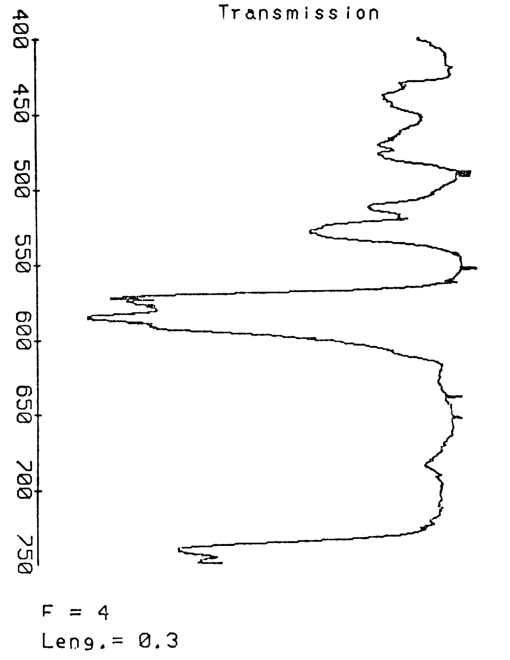



**Table 4.** Absorption spectrum (transmission) of didymium filter (400-750nm.)

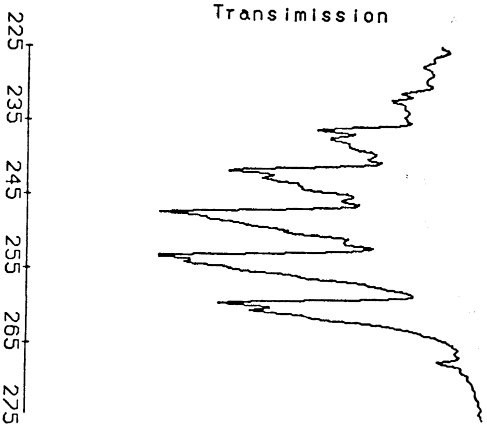
圖四：Didymium filter 之可見光吸收光譜（透光率表示）

（七）具有尋找最大吸收波長之功能（其操作指令由螢幕顯示），已找出最大吸收波長後可予記錄並計算該波長之吸光密度值（參考圖９與圖10），前（６）項中敘述之功能於此亦可適用。

（八）給予一指定波長時，可以立即計算出吸光密度值，由螢幕顯示或打印出（表１），欲停止

SAMPLE: Benzene vapor
DATE : 1983 12/14

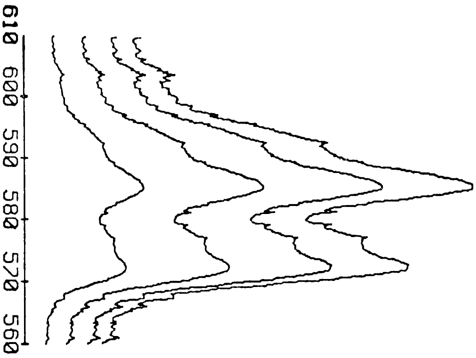
A= 4095.5 B= -200.61
at O.D.=0 X*(Y)= 600
INITIAL WAVELENGTH : 275.5
FINAL WAVELENGTH : 224.5




F = 4
Leng.= 1.5

**Table 5.** Absorption spectrum (transmission) of benzene Vapor (22g—275nm.)

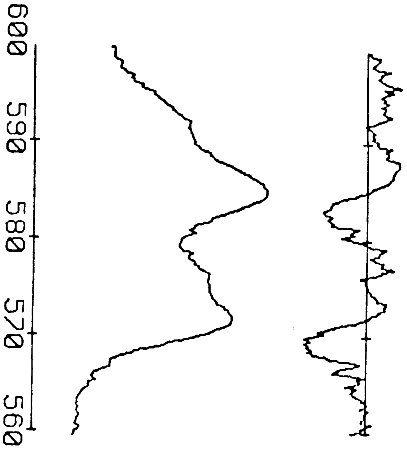
圖五：苯蒸氣之紫外光吸收光譜




F = 1,2,3,3.75
Leng.=-1.25

**Table 6.** Absorption spectrum of didymium filter (610—560nm)

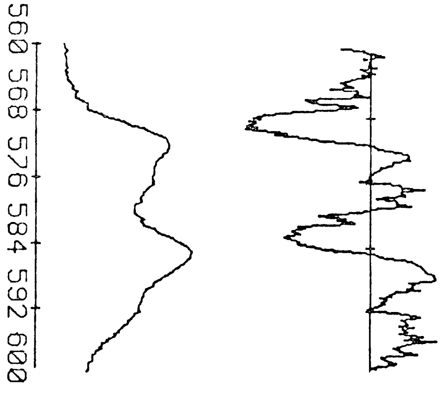
圖六：Didymium filter 之可見光吸收光譜（波長 610—560nm，放大 1、2、3、3.75倍）




F = 1.5 V = 1
Leng.= -1.5

**Teble 7.** Absorption and differential spectrum of didymium filter (600—560nm.)

圖七：Didymium filter 之可見光吸收光譜及其一次微分譜（600—560nm）




F = 1 V = 2
Leng.= 1.25

**Table 8.** Absorption and differential spectrum of didymium filter (560—600nm.)

圖八：Didymium filter 之可見光吸收光譜及其一次微分譜（560—600nm）

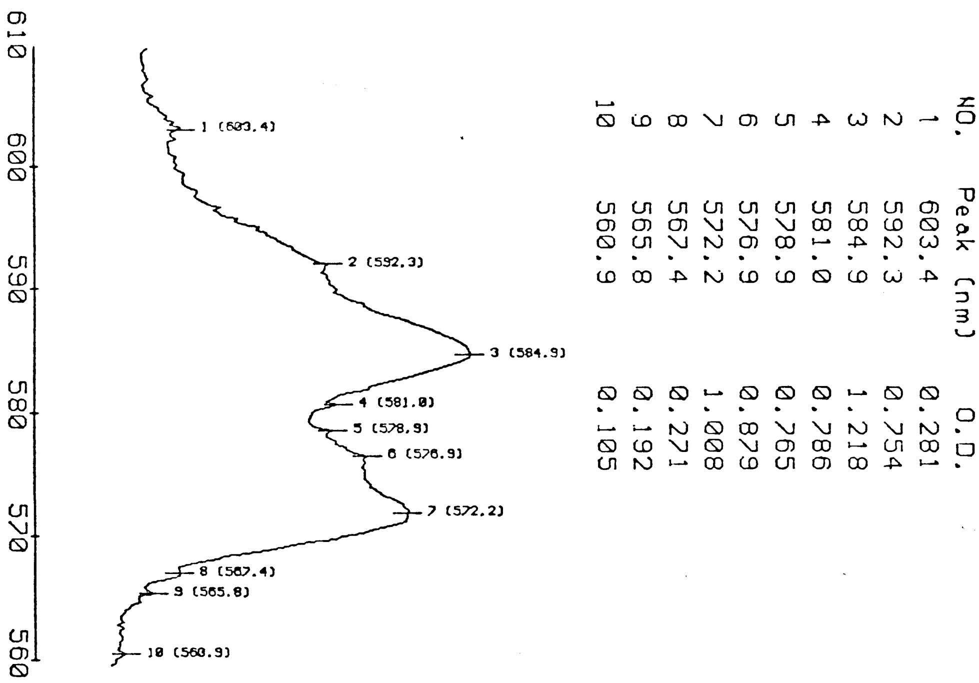



**Table 9.** Absorption spectrum of didymium filter (610—560nm) with indicated peak absorption wavelength

圖九：Didymium filter 之可見光吸收光譜 (610—560 nm)

SAMPLE: Deuterium lamp(1)
DATE : 1983 Oct. 20

A= 4095.5 B= -200.62
at O.D.=0 X*(Y)= 850
INITIAL WAVELENGTH : 670
FINAL WAVELENGTH : 467

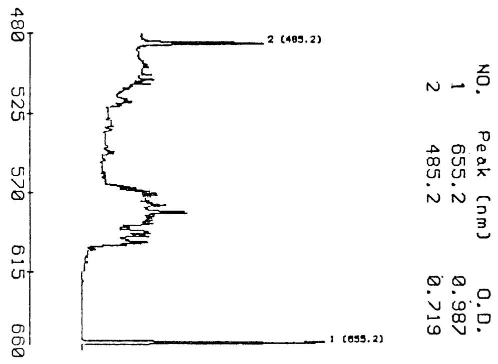



**Table 11.** Energy spectrumo of deuterium lamp (1)

圖十：重氫燈之能量譜（1）

SAMPLE: Deuterium lamp(2)
DATE : 1983 Oct. 20

A= 4095.5 B= -200.63
at O.D.=0 X*(Y)= 850
INITIAL WAVELENGTH : 670.8
FINAL WAVELENGTH : 467.8

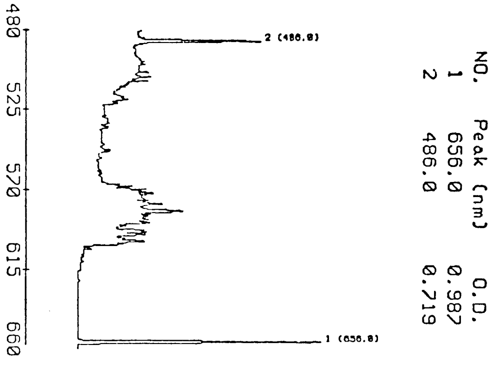



**Table 10.** Energy spectrum of deuterium lamp (2)

圖十一：重氫燈之能量譜（2）

表一：特定波長之吸光密度值

**Table 1.** Some detected data showing wave-length and optical density

| | | |
|---|---|---|
| O. D. 655.8 | = | 0.867 |
| O. D. 655.9 | = | 0.867 |
| O. D. 656 | = | 0.987 |
| O. D. 656.1 | = | 0.987 |
| O. D. 656.2 | = | 0.863 |
| O. D. 656.3 | = | 0.863 |
| | | |
| O. D. 485.9 | = | 0.678 |
| O. D. 485.9 | = | 0.678 |
| O. D. 486 | = | 0.719 |
| O. D. 486.1 | = | 0.719 |
| O. D. 486.2 | = | 0.644 |
| O. D. 486.3 | = | 0.644 |

此項操作時，輸入任一文字鍵即可。由執行此程式得到的 O. D. 值較用目測儀表刻度或由記錄紙量度之結果快而精確。本軟體設計中所採用之有效數字爲小數點後三位。若要改變有效位數時僅須將行號360中之數字1,000加以修改即可。又，由表1之吸光密度值及波長值可以看出每 0.2nm 讀取一讀數。

（九）可輕易地校正分光度計之正確波長。重氫燈（Deuterium Lamp）在可見光範圍之最大能量吸收波長爲656.1及 480.6nm。此分光光度計之重氫燈能量譜程式處理後發現其最大吸收分別爲655.2及 485.2nm （圖10），顯示其波長刻度位移約 0.8nm 。校正方法則爲在讀取光譜資料時，自行將波長刻度加以調整，或者將已有之光譜資料標示中之波長範圍加以修改即可（圖11）。經校正後之重氫燈能量最大吸收波長則爲 656.0 與 486.0nm ，與標準值相符。又，經多次以校正濾光玻璃試驗結果，確定波長精確度爲全波長型之±0.1nm。

（十）對於需要測定時間效應之化學或生化反應，僅需將軟體稍做修改即可適用。程式行號64、72、112、116、190、272、274、288，中之 WAVE 或 WAVE LENGTH 字樣改爲 TIME；行號64、194、222、258中之 NM. 改爲SEC. 或 MIN ；行號66之 SI 改爲 TI, TI 改爲 SI ；行號274之 S 改爲 T；行號 276 之 T 改爲 S 即可。又，目前使用爲每秒讀取約 2.2 個數值，可記錄約1,000秒。若欲改變每秒讀數與擴充記錄時間長度時，行號4與行號 290 中之 RS 及 Q 值需加更改。

本軟體之設計在於使用廉價之家用電腦處理紫外——可見光分光光譜資料以達到電腦化，普遍化及簡易化之目的。經實際操作結果顯示：光譜及樣本資料之輸入及或儲存轉存操作簡易；吸光密度值讀取容易且精確；波長校正容易而準確；分光光譜及其一次微分譜皆可由螢幕呈式或打印出；由印出器印出時尚有效放大比例、方向、刻度比例、繪筆顏色等多種選擇性功能；可藉尋找方式求得最大吸收波長及其吸光密度值。

## 參 考 文 獻

1. L. Poole, M. McNiff & S. Cook (1981): Apple II User's Guide Osborne/McGrew-Hill Inc., Barkeley, California.

# Program Design for Personal Compute Used as a Data Station

## (I) UV—Vis Spectrophotometer[1]

Huey-Ing Liu and Lan-Ti Lee[2]

### Summary

Personal computer (APPLE II PLUS compatible) was used as a data station for UV-Vis spectrophotometer through theprograms designed with the following features:

(1) taking sample and spectrum data either from spectrophptometer, tape or diskette;
(2) storing data on diskette or tape;
(3) recording optical density;
(4) correcting wavelength;
(5) plotting differential spectrum;
(6) plotting spectrum by changing enlarge ratio, scale ratio, wave range, direction and pen color;
(7) searching peak wavelength.

It shows a great flexibility of using personal computer as a data processing tool in instrumentation. The possibility of modifying the programs for other situations with simillar purpose is obious.

---

1. Contribution No. 1165 from the Taiwan Agricultural Rese arch Institute.

2. Assistant Chemist, Department of Agricultural Chemistry and Head Instrumental Aualysis Laboratory, respectively, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.

Vol. 33, No. 2 June 1984

# JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

*(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)*

CONTENTS

Effects of Grain Shape on the Market Quality of Rice ........ T. H. Tseng and Y. C. Teng··· 95
Studies on the Relationships between Leaf Area Index and Yield in Rice Plants........ Jin-chuan Tsai··· 109
The Accumnlation and Distribution of Dry Matter in Soybeans ........ C. S. Wang, W. L. Tsaur and D. J. Liu··· 117
Anther Culture of Passion Fruit (*Passiflora edulis*) ........ H. S. Tsay, J. Y. Hsu, T. P. Yang and C. R. Yang··· 126
Effect of Day and Night Temperature Variation and of High Temperature on Derernalization in Radish........Tzay-Fa Sheen··· 132
Effects of Surface and Vertical Mulching with Pineapple Stubble on Soil Properties and Pineapple Plant Growth (I) ........C. S. Cheng··· 141
Research on $SO_2$ Injury to Important Crops of Taiwan ........ M. S. Lin, M. H. Chen and J. M. Chang··· 153
Extraction of Leaf Protein Concentrate from Sisal (Agava sisalan) ........L. F. Lin··· 159
Studies on the Epidermiology of Rice Blast Disease in Central Areas of Taiwan ........C. C. Chen, W. H. Tsai, Y. Z. Yang and C. Liu··· 169
Biology and Natural Enemies of *Hedylepta iadicata* in Taiwan ........Ching-chin Chien, Liang-yih Chou and Shui-chen Chiu··· 181
A List of the Ichneumonid Types on Taiwan (Hymenoptera) ........ Henry Townes··· 190
Program Design for Personal Compute Used as a Data Station I. UV—Vis Spectrophotometer........ H. I. Liu and L. T. Lee··· 206

*Published by*

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

Taichung, Taiwan, Republic of China

行政院新聞局出版事業登記證局版臺誌字一四八七號
中華郵政臺字第二〇七六號登記為第一類新聞紙類